N° 2 31 JANVIER 1930

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : Louis OLIVIER (1890-1910) — DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS (1910-1923)

DIRECTEUR : Louis MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire Naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. CH. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris, — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Sciences mathématiques.

Nouveau réseau magnétique de la France.

Un nouveau réseau magnétique de la France a été établi sous les auspices de la section de Magnétisme et Electricité terrestres du Comité national français de Géodésie et de Géophysique. Le réseau antérieur avait été établi entièrement par Th. Moureaux, qui a fait en 617 stations des mesures rapportées au 1er janvier 1896. Le nouveau projet comportant des mesures en un nombre de stations au moins double du nombre des stations de Moureaux, il a paru que pour en réaliser l'exécution on pourrait répartir le travail entre un certain nombre d'observateurs, sous les conditions que les appareils utilisés fussent semblables et étalonnés par comparaison avec les appareils absolus d'un même observatoire, et que le mode opératoire fut uniforme. Les mesures sur le terrain ont été commencées en 1921 et terminées en 1927; elles ont été faites en 1328 stations et se répartissent de la manière suivante entre les différents observateurs :

MM. Baldit, 226; Bélus et Maurel, 22; Brazier, 43; Dongier, 125; Eblé, 194; Gibault et Rougerie, 22; Jacquet et Bellocq, 99; Labrouste, 44; Maurain, 191; Mathias, 160; Tabesse, 170; Service Géographique de l'Armée 26.

Les résultats ont été rapportés au 1er janvier 1924, c'est-à-dire à peu près à la date médiane de la durée des observations; l'époque de celles-ci avait été choisie autour d'une période de minimum pour l'agitation magnétique : les perturbations magnétiques, qui sont un obstacle à la précision des mesures et à la correction des observations, étant ainsi plus rares, on peut penser que l'ensemble des mesures est meilleur.

L'ensemble des résultats est donné dans un mémoire de E. Mathias et Ch. Maurain[1] auquel sont empruntées les indications données ici.

Dans ce mémoire sont exposés les méthodes de mesure, le mode de réduction employé pour ramener les résultats à une même date, et les valeurs de la Déclinaison, de l'Inclinaison, des Composantes horizontale et verticale du champ magnétique terrestre, des Composantes Est-Ouest et Nord-Sud, et de la Force totale pour les 1.328 stations; les perturbations les plus importantes dans la distribution de ces éléments magnétiques sont indiquées sommairement. Dans la suite seront publiés des mémoires sur les formules permettant de représenter les variations des éléments avec la latitude et la longitude, sur les variations séculaires, sur les anomalies.

Des cartes de la répartition des sept éléments magnétiques ont été établies; elles comprennent des cartes au $\frac{1}{2.000.000}$ pour les sept éléments, et au $\frac{1}{1.000.000}$ pour la Déclinaison (Editeur, Henry Barrère.

Ce réseau magnétique est le plus serré des réseaux nationaux; il constitue une base pour les travaux futurs sur le magnétisme terrestre en France, et une

1. E. MATHIAS et Ch. MAURAIN : Le nouveau réseau magnétique de la France au 1er janvier 1924. *Annales de l'Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris*, t. VII, p. 1-45, 1929, Les Presses Universitaires.

documentation détaillée précieuse pour les multiples applications du magnétisme terrestre. Son établissement a nécessité un travail très considérable. Les observateurs qui ont opéré sur le terrain ont été nommés plus haut; M. L. Eblé et Mlle Homery, de l'Institut de Physique du Globe, se sont consacrés pendant longtemps aux calculs de réduction et au dessin des cartes; les étalonnages des appareils (théodolites-boussoles et boussoles d'inclinaison Brunner-Chasselon), ont été faits à l'observatoire du Val-Joyeux avant et après chaque campagne, généralement par J. Itdé, parfois par les observateurs eux-mêmes.

Les anomalies découvertes autrefois par Moureaux ont été précisées, les inflexions et les singularités des courbes isomagnétiques ont été suivies avec plus de détail (anomalies du Bassin de Paris, de Bretagne, de Corse, des Ardennes, des Vosges, de Gâtine). D'autres anomalies, qui avaient échappé à Moureaux, ont été mises en évidence par les mesures actuelles plus serrées, par exemple dans le Tarn-et-Garonne, en Mayenne et Maine-et-Loire, en Côte-d'Or, en Seine-et-Marne. En Alsace et en Lorraine des perturbations importantes ont été caractérisées.

Les frais des campagnes effectuées par les observateurs ont été couverts par des subventions sur la caisse des Recherches scientifiques et sur le Fonds Loutreuil de l'Académie des Sciences, obtenues par M. A. Lacroix, président du Comité national français de Géodésie et de Géophysique, et les présidents de la Section de magnétisme et électricité terrestres, M. Daniel Berthelot, et, depuis la mort de M. Berthelot, M. le général Ferrié.

E. B.

§ 2. — Sciences physiques.

Les constantes physiques fondamentales et la relation d'Eddington.

Il est de plus en plus important pour les physiciens de savoir sur quelle précision ils peuvent compter dans la connaissance des constantes numériques fondamentales qui interviennent dans leurs calculs. Cette précision s'est peu à peu accrue à mesure que la technique des laboratoires se perfectionnait et que les efforts des travailleurs se multipliaient. Les résultats acquis ont déjà fait l'objet, à plusieurs reprises, de revisions d'ensemble dans lesquelles sont rassemblées et critiquées les données les plus récemment obtenues.

C'est une revue critique de ce genre que vient de faire R. T. Birge[1]. Après un examen soigné et une discussion approfondie des travaux expérimentaux les plus modernes, il arrive au tableau suivant, qui contient les constantes fondamentales les plus importantes avec leur erreur probable.

Ce tableau est suivi d'un second, qui renferme les constantes accessoires dérivées des précédentes ou conventionnellement admises.

Ce tableau suggère deux remarques principales :

1° La charge spécifique de l'électron $\frac{m}{e}$ paraît posséder deux valeurs distinctes, différant de 5 millièmes environ, suivant que l'on emploie pour sa détermination une méthode spectroscopique (effet Zeeman ou constante de Rydberg) ou une méthode de déviation électrique et magnétique. La différence est supérieure à l'erreur probable et ce fait reste jusqu'à présent inexpliqué.

2° La charge absolue de l'électron n'a encore été déterminée avec précision que par la méthode bien connue de Millikan (gouttes liquides chargées tombant dans un champ électrostatique); et, bien que cette méthode offre beaucoup de garanties, il reste nécessairement quelques doutes sur sa valeur. Il serait important de pouvoir la contrôler par un autre procédé, de manière à éliminer toute idée d'erreur systématique.

Or, tout récemment, la mesure en valeur absolue des longueurs d'onde des rayons X, réalisée au moyen des réseaux lignés ordinaires, a ouvert une

1. *The Physical Review Supplement*, vol. I, page 1, juillet 1929.

Vitesse de la lumière	$(2{,}99796 \pm 0{,}00004) \times 10^{10}$ cm. sec.$^{-1}$
Constante de la gravitation	$(6{,}664 \pm 0{,}002) \times 10^{-8}$ C. G. S.
Litre	$1000{,}027 \pm 0{,}001$ cm^3
Volume moléculaire normal d'un gaz parfait	$(22{,}4141 \pm 0{,}0008) 10^3$ cm^3
ou	$22{,}4135 \pm 0{,}0008$ litres
Ohm international	$1{,}00051 \pm 0{,}00002$ ohms absolus
Ampère international	$0{,}99995 \pm 0{,}00005$ amp. absolus
Masses atomiques (rapportées à O = 16) :	
H = 1,00777 ± 0,00002	Ag = 107,880 ± 0,081
He = 4,0022 ± 0,0004	I = 126,932 ± 0,002
N = 14,0083 ± 0,0008	C = 12,003 ± 0,001
Atmosphère normale	$(1{,}013249 \pm 0{,}000003) \times 10^6$ dynes $\times$ cm^{-2}
Point de fusion de la glace	$273{,}18 \pm 0{,}03$ degrés absolus
Equivalent mécanique à 15°	$4{,}1852 \pm 0{,}0006$ joules
Constante de Faraday	$9648{,}9 \pm 0{,}7$ unités électromagnétiques
Charge de l'électron	$(4{,}770 \pm 0{,}005) \times 10^{-10}$ unités électrostatiques
Charge spécifique de l'électron $\frac{e}{m}$:	
par voie spectroscopique	$(1{,}761 \pm 0{,}001) \times 10^7$ unités électromagnétiques
par déviation	$(1{,}769 \pm 0{,}002) \times 10^7$ unités électromagnétiques
Constante de Planck	$(6{,}547 \pm 0{,}008) \times 10^{-27}$ ergs $\times$ sec.

voie nouvelle pour arriver à la connaissance du nombre d'Avogadro N (nombre de molécules par molécule-gramme) et par suite à la charge e de l'électron qui lui est liée. Les expériences déjà réalisées par cette méthode semblent conduite à une valeur de e légèrement supérieure à celle qui était admise, et il sera important de reprendre et de perfectionner ces mesures pour préciser ce point.

La question a pris un intérêt particulier depuis qu'Eddington, dans un mémoire récent[1], a déduit de considérations fondées sur la mécanique ondulatoire que l'inverse $\frac{1}{\alpha}$ de la constante

$$\alpha = \frac{2\pi e^2}{hc}$$

(c = vitesse de la lumière, h = constante de Planck) devait avoir la valeur numérique *136*. Cette constante α a été introduite dans la physique atomique par Sommerfeld sous le nom de « constante de la structure fine ». C'est elle en effet qui régit la structure fine des raies de l'hydrogène, et aussi, semble-t-il, d'un certain nombre d'autres raies.

Le raisonnement d'Eddington prête à certaines objections et le contrôle expérimental de ses prévisions est imparfait puisque, en utilisant les nombres du tableau ci-dessus, on trouve pour $\frac{1}{\alpha}$ la valeur

$$\frac{1}{\alpha} = 137{,}27 \pm 0{,}11 \text{ au lieu de } 139.$$

La différence avec la valeur prévue par Eddington dépasse les erreurs expérimentales, à moins d'admettre pour la charge e de l'électron une valeur nettement supérieure à celle de Millikan.

Tout récemment Eddington a perfectionné sa théorie[2] et la valeur théorique qu'il annonce maintenant pour $\frac{1}{\alpha}$ est *137* au lieu de *136*. Cette valeur ne diffère plus que de *2 millièmes* de celle qui paraît actuellement la plus probable. Il suffirait que l'on fût mené à augmenter de 1 millième le nombre de Millikan pour supprimer la divergence.

Si le résultat d'Eddington devait se confirmer, — et cette circonstance peut maintenant être regardée comme probable, — il établirait une relation numérique simple entre trois des constantes fondamentales de la physique moderne, les trois constantes c, e et h. En d'autres termes la valeur numérique du quantum de Planck, introduit à l'origine comme un paramètre nouveau, pourrait se déduire des valeurs numériques anciennement connues de la charge de l'électron et de la vitesse de la lumière. L'importance théorique de cette conséquence est assez évidente pour qu'il soit inutile de la faire ressortir davantage.

Eugène Bloch.

1. Eddington. *Proc. Roy. Soc.*, CXXII, p. 358, janvier 1929.
2. Eddington, *Nature*, CXXIV, p. 840, 30 novembre 1929.

§ 3. — Sciences naturelles.

Sur la provocation d'activités centrales par un excitant provenant du cerveau.

En 1910, au cours des recherches sur la transplantation des glandes embryonnaires chez la grenouille, M. E. Steinach avait montré, dans un cas particulier, que l'injection de substances du système nerveux central peut influer sur une activité centrale (le réflexe d'étreinte chez le mâle). Ce fait, constaté sur un seul individu et pour un réflexe étroitement limité, avait-il une portée générale? C'est ce que le même auteur vient de démontrer à l'aide d'une nouvelle séries d'expériences des plus intéressantes.

Il s'est adressé surtout à la *Rana esculenta* (avec quelques expériences de comparaison sur la *Rana fusca*), et y a étudié la réflexe de frottement (ou de nettoyage). Il a opéré sur des séries de 16 à 20 individus, dont la moitié recevaient pendant 4 jours des injections (dans le sac lymphatique dorsal) de suc pressé de cerveau ou pendant 4 à 8 jours des injections d'extrait aqueux de cerveau. Les animaux de contrôle ne subissaient aucun traitement ou recevaient des injections de quantités égales de substances indifférentes.

La provocation du réflexe a été faite dans la majorité des cas par excitation chimique de la peau (au moyen de solutions faibles d'acide acétique), quelquefois par excitation tactile.

Les animaux, injectés ou non, étaient décapités en arrière de la membrane tympanique et l'écoulement de sang soigneusement arrêté à l'électrocautère, puis ils étaient suspendus l'un à côté de l'autre, de façon à pouvoir plonger leurs pattes dans la solution excitante. Le degré d'excitabilité était déterminé par la valeur du seuil d'excitation, mesurée par la plus faible concentration qui déclanchait encore un mouvement de frottement perceptible.

M. Steinach a ainsi opéré au cours de ces dernières années sur environ 800 grenouilles et obtenu des résultats d'une concordance remarquable. Ceux-ci mettent en évidence l'existence dans les extraits provenant du cerveau, d'un excitant qui peut provoquer une élévation de 400 à 600 % de l'activité du réflexe étudié. Il ne s'agit point là d'un phénomène anormal, irrégulier, de la nature des crampes, comme dans les intoxications, mais d'une influence prononcée, quoique maintenue dans les limites physiologiques, sur l'excitation et la décroissance du réflexe.

L'auteur croit donc pouvoir tirer de ses expériences les conclusions suivantes :

1° Il se forme dans le cerveau une substance dont l'apport prolongé à l'organisme, qui s'en enrichit, provoque les activités centrales dans les limites physiologiques. Le degré de cette influence peut être mesuré sur la fonction centrale fondamentale, l'excitabilité des réflexes, et sur le même sujet (la grenouille) qui a servi à établir pour la première fois les lois des activités centrales.

2° Cet excitant possède une activité spécifique, s'adressant au système nerveux central.

3° L'excitant cérébral est soluble dans l'eau, thermolabile, peu résistant aux acides, non spécifique (des extraits de cerveaux d'animaux très différents ont la même action).

4° La régulation et l'intensité de l'activité centrale n'est pas seulement déterminée constitutionnellement, mais un principe de nature hormonale y participe d'une façon très accusée.

5° Les différences individuelles des activités centrales, dans le cas particulier des fonctions réflexes, sont en rapport qualitatif et quantitatif avec la formation de l'excitant.

Les conclusions précédentes ont été pleinement confirmées par une nouvelle série d'expériences de M. Steinach sur le réflexe de happement de la rainette gobe-mouches.

L. B.

***

Quelques caractéristiques physiques des bois coloniaux.

Le service des bois coloniaux a adopté un certain nombre de déterminations pour classer les bois suivant leurs caractéristiques et nous croyons intéressant de donner, pour l'humidité et le poids spécifique, les échelles de comparaison adoptées.

Humidité. — Vert, plus de 20 à 35 % suivant les essences
Peu sec 20 à 18
Sec, à l'air { 18 / 15 / 12 } humidité { en hiver / normale / en été }
Très sec 12 à 10
Desséché 10 à 0

Poids spécifique. — Le poids spécifique est celui du bois à 15 % d'humidité;

	Résineux	Feuillus
Très légers	»	0,20 à 0,50
Légers	0,4 à 0,5	0,50 0,65
Mi-lourds	0,5 0,6	0,65 0,80
Lourds	0,6 0,7	0,80 0,95
Très lourds	»	0,95 1,20

Une correction, variable avec chaque essence, doit être faite lorsque le taux d'humidité diffère de 15 % (cette correction est de l'ordre 0,002 à 0,005 en plus pour un pour cent d'eau en moins).

M. R.

§ 4. — Art de l'Ingénieur.

La récupération de la chaleur dans les installations de vapeur.

Dans toutes les installations de production et d'utilisation de la vapeur, il y a de nombreuses causes de perte de calories. Une grande quantité de la chaleur perdue peut cependant être récupérée et, en superposant les divers moyens de récupération dont nous allons dire quelques mots, on peut arriver à produire la vapeur avec un rendement de 85 et même de 90 % tout en diminuant la fatigue des chaudières.

Les deux principales sources de chaleur récupérable sont, d'une part, les fumées et, d'autre part, la vapeur ayant déjà travaillé, qu'elle soit prise à l'échappement ou prélevée au cours de la détente.

Les fumées dissipent dans l'atmosphère une fraction des calories rarement inférieure à 15 % et parfois 30 %; on peut lui attribuer une valeur moyenne de 20 % ce qui est considérable; cette perte est à la fois fonction de la température finale des fumées et de leur teneur en oxyde de carbone.

La vapeur d'échappement, à la pression atmosphérique contient une quantité de chaleur récupérable qui peut être estimée à environ 10 ou 15 % de la chaleur produite dans le foyer.

D'autre part, par prélèvements de vapeur au cours de la détente, on peut, non pas, à proprement parler, récupérer des calories perdues, mais obtenir une meilleure utilisation de ces calories en rapprochant le rendement de l'installation du rendement théorique du cycle de Carnot.

Au moyen de dispositifs convenables on peut récupérer une quantité très appréciable des chaleurs perdues et réaliser d'importantes économies de combustible.

La chaleur contenue dans les fumées peut être utilisée pour le réchauffage de l'eau d'alimentation jusqu'à une température voisine de 110 degrés (et parfois même jusqu'à environ 150 degrés, si l'eau d'alimentation a déjà subi un réchauffage préalable.)

La chaleur des fumées peut également être employée au réchauffage de l'air nécessaire à la combustion; ce procédé, qui est de plus en plus employé et qui permet également d'obtenir des températures de 120 à 150 degrés, consiste en somme, à ramener la chaleur vers son point de départ, c'est-à-dire vers le foyer.

Très souvent d'ailleurs on combine les deux modes de récupération précédents en utilisant en série un réchauffeur d'eau, puis un réchauffeur d'air.

La chaleur contenue dans la vapeur d'échappement ou provenant de soutirages après détente n'est utilisée que pour le réchauffage de l'eau d'alimentation; quand on utilise la vapeur d'échappement on injecte cette vapeur dans l'eau à réchauffer, qui peut ainsi être portée aux environs de 140 degrés, ou bien on utilise de véritables réchauffeurs-condenseurs, fournissant de l'eau à une température voisine de 100 degrés; quand on a recours à la vapeur prélevée au cours de la détente, celle-ci est généralement utilisée dans une série de réchauffeurs disposés en cascade.

Dans les grandes installations, où les économies de combustible ont une importance considérable, et où l'on veut se rapprocher du rendement optimum, on récupère à la fois la chaleur des fumées et celle des vapeurs d'échappement en combinant les divers procédés que nous venons d'indiquer.

Les économiseurs sont des appareils qui ont pour but de réchauffer l'eau d'alimentation en utilisant la chaleur contenue dans les fumées. Ils sont cons-

titués par une série de tubes en acier, autour desquels circulent les gaz provenant de la combustion. Les tubes en fonte sont, en général, d'assez gros diamètre; ils présentent l'avantage d'être moins attaquables par les vapeurs sulfuriques que les tubes en acier; ceux-ci, au contraire sont, la plupart du temps de petit diamètre (30 à 40 mm.) et sont à circulation d'eau rapide. La disposition des tubes est assez variable; ils sont souvent groupés en parallèle, le courant gazeux étant perpendiculaire au tube; ils peuvent aussi être groupés en série ou, ce qui est plus fréquent, disposés de manière à combiner les deux méthodes.

Si l'on alimente les économiseurs avec des eaux impures, leur entartrage est extrêmement rapide, surtout s'il s'agit d'économiseurs à tubes d'acier de petit diamètre; aussi est-il presque indispensable, pour éviter cet entartrement d'avoir recours à une épuration et à un dégazage préalables. D'autre part, il est nécessaire de procéder à des ramonages fréquents pour éliminer les suies recouvrant les tubes.

Comme nous l'avons dit, la chaleur contenue dans les fumées peut être, et l'est de plus en plus fréquemment, utilisée pour le réchauffage de l'air destiné à la combustion; mais elle peut aussi servir au chauffage d'air qui est ensuite employé comme agent de chauffage dans l'usine ou dans les locaux avoisinants. Dans les deux cas la récupération est effectuée dans des appareils appelés réchauffeurs d'air. Il existe d'assez nombreux types de ces appareils, les uns étant simplement constitués par des tubes métalliques chauffés extérieurement et dans lesquels circule l'air dont on veut augmenter la température; d'autres par des empilages de briques ou de poterie; mais, à l'heure actuelle, on emploie surtout des réchauffeurs à plaques où à cellules composées de tôles minces formant des lames alternées d'air et de gaz chauds.

Lorsque le réchauffage d'air est destiné au relèvement de la température de combustion les avantages résultant de ce relèvement sont nombreux : d'une part, par suite du raccourcissement des flammes, il est possible de réduire le volume des chambres de combustion; d'autre part, on peut brûler des combustibles plus pauvres; de plus, le rendement thermique du foyer se trouve nettement amélioré du fait que la température des gaz qui traversent la chaudière est sensiblement plus élevée.

Lorsque l'air chaud est employé comme agent de chauffe, il permet d'économiser une batterie de radiateurs à vapeur, avec un rendement supérieur à celui que l'on pourrait attendre de l'emploi d'un économiseur pour produire la même quantité de chaleur destinée au chauffage.

Une usine dont la chaufferie anciennement installée n'aurait qu'un rendement thermique de l'ordre de 50 % pourrait, par simple adjonction d'un réchauffeur d'air convenable supprimer presque complètement la production de la vapeur destinée au chauffage et réduire ainsi d'environ un tiers sa consommation de combustible.

D'une manière générale, les réchauffeurs d'air offrent une marge de récupération fort intéressante et leur emploi s'impose soit seuls, soit en combinaison avec des économiseurs, ceux-ci les précédant dans le trajet des gaz.

Le réchauffage de l'eau au moyen de la vapeur s'effectue dans les réchauffeurs d'eau dont le fonctionnement est analogue à celui des condenseurs et qui se ramènent à deux types principaux : les réchauffeurs par mélange et les réchauffeurs à surface.

Les premiers sont extrêmement simples puisqu'il suffit d'y injecter la vapeur, mais ils présentent toutefois deux inconvénients : le premier est qu'ils se prêtent mal à une circulation méthodique des fluides, et le second est qu'ils nécessitent un dispositif séparateur pour éliminer l'huile entraînée par la vapeur au cours de son travail.

Comme les économiseurs, les réchauffeurs d'eau à vapeur ont tendance à s'entartrer rapidement, ce qui nécessite l'épuration préalable des eaux et même quand on le peut, leur distillation.

Ce rapide aperçu des procédés de récupération de chaleur montre combien ceux-ci sont nombreux et peuvent être efficaces s'ils sont judicieusement employés.

L. P.

***

L'Utilisation industrielle du requin[1].

Notre éminent consul de France en Nouvelle-Zélande, M. Paul Serre, a adressé au Ministère des Affaires Etrangères, qui en a donné communication, un rapport des plus intéressants sur l'utilisation industrielle du requin; nous le reproduisons ci-dessous *in extenso*.

« Il y a dix ans seulement, un cadavre de requin aurait été enfoui ou incinéré sur une plage, alors qu'à l'heure actuelle on retire d'un requin mort de l'huile (50 k. par tonne de chair, 90 p. 100 de pureté) utilisée par les fabricants de margarine, de savon, peintures, et pour tremper l'acier, quand les pêcheurs des régions arctiques ne la vendent pas sous le nom d'huile de foie de morue; on en retire encore des fanons, qui séchés, se vendent 10 shillings la livre; de la colle alimentaire (isinglass), pour le marché chinois; des pigments de la vésicule biliaire; de la colle insoluble; du cuir; une basane obtenue du gros intestin et des extraits, utilisés en médecine et dans l'industrie du tannage, de la rate et de la glande pancréatique. Ainsi qu'on le sait, les ferments de cette glande sont très actifs. Enfin, on retire des embryons trouvés dans le corps des femelles une fibre plus résistante que la soie.

Ce qu'on vend sur les marchés anglais sous le nom de Reck salmon est en réalité de la chair de requin. Les résidus, mis en poudre et riches en protéines, servent à engraisser porcs et poulets.

1. *Bull. Agence générale des Colonies*, Paris, 1928.

Ce ne fut qu'en 1920 seulement que les Américains découvrirent plusieurs procédés pratiques et bientôt brevetés (l'un d'eux consistant dans l'emploi d'un acide très mordant) pour débarrasser la peau des requins des denticules qui la recouvrent.

C'est à l'Ocean Leather Company de New-York que revient le mérite d'avoir placé la nouvelle industrie sur une base sérieuse et commerciale. A l'heure actuelle, en concurrence avec la Marine Products Limited de Londres, elle cherche à se procurer, dans les quatre coins du monde, des peaux brutes salées.

Les requins, dont il existe un très grand nombre d'espèces, sont capturés dans des filets longs de 200 mètres, posés le soir, et faits d'étoupe et de lin, dans lesquels les ouïes de ces animaux marins s'accrochent, et où ils se noient. Les filets à mailles d'acier seraient coupés par leurs cisailles buccales. Les tortues de mer, différemment construites, sont trouvées vivantes quand, le matin, on relève les filets, et rejetées à la mer.

La femelle commence à reproduire à l'âge de neuf mois, ce qui peut lui permettre de renouveler jusqu'à soixante fois le témoignage de sa fécondité.

La peau de certains requins est épaisse au point qu'on peut avec des machines spéciales, la refendre quatorze fois.

C'est ce qui explique qu'on obtienne, à bas prix, une imitation de « Suède », souple, solide, et prenant bien la teinture.

Les skins (peaux) de plusieurs Placoides, non seulement épaisses, mais aussi couvertes de petites écailles cornées à l'épreuve d'une balle de carabine Flobert, fournissent un bon cuir à semelles ou servent à recouvrir les parquets. Celles qui sont moins épaisses sont utilisées dans la carrosserie d'automobiles ou pour faire des vestes de motocyclistes et de chauffeurs, des chaussures qui ne se plissent, ni se crevassent. D'autres peaux, dont la surface est ondulée, sont utilisées par les fabricants d'articles de voyage; enfin, d'autres encore, qui sont joliment marbrées, sont employées par les tapissiers et fabricants de meubles.

Il y a quelques années, une *shark factory* fut construite sur la côte orientale de la Nouvelle-Zélande, au nord d'Auckland, pour obtenir simplement de l'huile. Mais cette usine dut bientôt fermer ses portes, faute de matières premières, les squales étant trop peu nombreux. Pour qu'une telle entreprise « payât », il faudrait qu'elle disposât, en moyenne, de cent requins par jour.

Les filets des trawlers de la grande entreprise de pêche Sanfor Limited, à Auckand, ramène parfois (en été seulement) des requins de taille moyenne, mais pas en quantité suffisante pour justifier la création d'une « usine à requins ».

A Port Stephens (Nouvelle-Galles du Sud) et sur les côtes des Etats de Queensland et de l'Australie de l'Ouest existent des usines où les squales sont utilisés de la gueule à la queue.

Au large de la côte occidentale de l'Australie, croise le vapeur *Istar*, *factory ship*, qui possède des lanches auxiliaires et procède avec les requins comme les bateaux-usines de certaine compagnie norvégienne de Sandefjord avec les baleines de la mer de Ross.

On estime que plus d'un million de *sharks* (requins) circulent chaque jour sur la côte occidentale d'Australie. »

Les côtes de nos colonies tropicales semblent suffisamment étendues et variées pour que l'on puisse espérer voir s'y installer des usines à requins chaque fois que la richesse marine en ces squales sera suffisante : on pourra en utilisant les requins créer de la richesse en des régions parfois quelque peu déshéritées.

M. R.

§ 5. — Sciences diverses.

Un Office national de recherches scientifiques et appliquées aux Pays-Bas.

Un projet de loi visant la création d'un Office national de Recherches scientifiques et Industrielles sera prochainement discuté par les Chambres néerlandaises.

Comme dans plusieurs autres pays, au cours de la Guerre, est apparue l'urgence d'une meilleure organisation dans l'application des inventions scientifiques. Il s'agit aujourd'hui d'adapter ce qui a été fait dans une période exceptionnelle aux nécessités du temps de paix. A cet effet, un Comité d'études, relevant de l'Académie Royale a été institué dès 1924. Le projet de loi, daté du 13 juin dernier, a donc été préparé de longue main.

Le rapport du Comité d'Etudes constitue un exposé clair des difficultés qu'on rencontre pour le travail de recherches scientifiques dans les laboratoires dépendant d'un service public : lenteurs de la machine administrative, comptabilité exigeante et formaliste, salaires insuffisants, dépenses inutiles, par exemple.

Il souligne que le travail scientifique réalisé dans les laboratoires privés implique tel grave désavantage, comme l'incertitude de la situation matérielle du chercheur, subordonnée à la vitalité de l'entreprise qui possède le laboratoire, la pression exercée par celle-ci pour obtenir des résultats payants immédiats, ce qui nuit aux recherches de longue haleine.

Le projet de Loi, s'inspirant de ce qui a été fait dans d'autres pays, prévoit la création d'un Office Central pour les recherches scientifiques et appliquées.

L'Office sera dirigé par moitié par des savants et par moitié par des personnalités des milieux économiques.

Chaque année une subvention gouvernementale sera accordée sur présentation d'une demande motivée. Quant à son chiffre, l'Office en fera la répartition pour l'exécution de la tâche à lui attribuée, les ministres ayant cependant un droit de veto.

SUR QUELQUES POINTS DE MÉTHODOLOGIE GÉOMÉTRIQUE

1. Tout ce qui est couramment enseigné sous la rubrique : *Applications de l'Analyse à la Géométrie*, offre ce caractère saillant, quoique peu signalé : LES RELATIONS DE CAUSALITÉ Y SONT MASQUÉES. Par exemple, le fait qu'une surface, primitivement convexe, reste telle par une déformation continue *conservant les longueurs* (on dit aussi : *isométrique*), est présenté comme l'aboutissant d'une longue chaîne, dont chaque maillon est déjà toute une théorie. Pour justifier le fait énoncé, il faut en effet étudier préalablement la courbure des lignes sur une surface, en dégager la notion des courbures principales ; partant de là, bâtir la théorie des invariants différentiels à l'aide des deux formes quadratiques fondamentales ; cette théorie mène à la conservation de la courbure totale dans une déformation du genre indiqué. A partir de ce moment seulement, le problème posé est résolu, car les surfaces convexes sont justement celles de courbure totale positive.

Malgré son succès, cette méthode nous renseigne fort mal sur les liens directs entre la cause, c'est-à-dire la déformation isométrique appliquée à la surface convexe et l'effet qu'elle produit, la persistance de la convexité.

A côté de cet exemple, on en pourrait citer beaucoup d'autres : chaque fois qu'il est question des lignes géodésiques d'une surface (c'est-à-dire donnant le plus court chemin entre deux de leurs points, suffisamment proches) on pense, presque infailliblement, à l'équation différentielle du second ordre définissant ces lignes : cet auxiliaire s'impose à l'esprit d'une manière tellement impérieuse qu'on éprouve de la difficulté à s'en passer : la vraie raison pour laquelle, au moins dans des cas étendus, il part, d'un point d'une surface des géodésiques dans toutes les directions issues de ce point, n'est pas aisée à apercevoir. D'ailleurs, cela n'a-t-il pas lieu dans tous les cas possibles : sur un cône à directrice sphérique dont aucun arc n'est de longueur finie, on va d'un point à un autre par un seul chemin de longueur finie, composé de deux portions de génératrices ayant une extrémité commune au sommet du cône. Pour une telle surface, il ne passe donc en chaque point qu'une géodésique !

2. Le manque de généralité, dans les théories précédentes, va de pair avec l'absence d'une structure causale bien démarquée : ainsi, la théorie classique des surfaces ne s'applique pas aux polyèdres. Pour le succès des méthodes analytiques employées, l'on a dû supposer que les fonctions introduites ont des dérivées, au moins jusqu'à un certain ordre. Donc, au lieu d'opérer dans le champ qui serait délimité exclusivement par les hypothèses vraiment essentielles du problème étudié, on diaphragme artificiellement ce champ par des hypothèses de pure commodité. Finalement, le résultat obtenu n'est donc plus le produit causal des seules hypothèses initiales ; il peut se ressentir aussi des suppositions accessoires mises en jeu pour assurer l'application des principes cartésiens.

Un exemple remarquable d'une perturbation de ce genre a été donné par M. Henri Lebesgue, dans sa célèbre Thèse : *Intégrale, longueur, aire* (Paris, juin 1902). On croit beaucoup trop souvent que les seules surfaces applicables sur le plan sont (en dehors des cônes et des cylindres) les surfaces engendrées par les tangentes à une courbe gauche et qu'inversement, toute surface engendrée par les tangentes à une courbe gauche est applicable sur le plan. Ces deux énoncés sont également incorrects. D'une part, M. Henri Lebesgue a montré l'existence de surfaces applicables sur le plan, bien que ne contenant aucune portion de droite : notamment, toute surface de révolution engendrée par la rotation autour de Oy d'une courbe du plan xOy telle que

$$y = s \cos \alpha$$

(où s désigne l'abscisse curviligne d'un point de la courbe, y son ordonnée et α un angle aigu donné) est applicable sur le cône de demi-angle au sommet α

$$y^2 tg^2\alpha = z^2 + x^2$$

et par suite, sur le plan ; or, on peut faire en sorte qu'une telle méridienne ne contienne aucune portion finie de droite[1] et obtenir ainsi une de ces surfaces qui firent l'horreur des géomètres d'une certaine école. — D'autre part, M. Henri Lebesgue a également donné la condition nécessaire et suffisante pour que les tangentes à une courbe gauche décrivent une surface applicable sur le plan : C'est que le cône directeur de la surface soit à directrice sphérique rectifiable. D'ailleurs un tel cône n'est-il lui-même applicable sur le plan que sous cette condition.

En même temps qu'il établissait ces théorèmes fondamentaux, M. Henri Lebesgue a mis en évidence les hypothèses admises par la majorité des géomètres pour atteindre le résultat indiqué tout

1. La courbe se présente alors comme la limite de lignes brisées dont les côtés sont alternativement parallèles aux droites $x = \pm y tg\,\alpha$, le nombre de ces côtés croissant indéfiniment et leur longueur tendant vers zéro.

d'abord. Le monopole de l'applicabilité sur le plan, conféré à des surfaces décrites par les tangentes à une courbe, ne devient effectif que dans la classe des surfaces douées partout de deux courbures variant continument.

Il ne faudrait pas croire que cette découverte ait modifié d'un seul coup l'orientation de la pensée géométrique. Dans les applications et même dans la recherche, là où il faut avancer coûte que coûte, on est encore bien heureux d'utiliser des hypothèses de commodité, dût-on n'avoir qu'une solution incomplète de certains problèmes. Il n'est donc pas question de renoncer à d'excellents instruments, mais seulement de créer, en marge, une technique nouvelle, susceptible d'influencer, par ses progrès, les méthodes courantes [1].

3. Il y avait d'ailleurs une raison essentielle pour mettre obstacle à des répercussions rapides des succès précédents : la grande difficulté de telles recherches. C'est ce que constatait, trois ans plus tard, M. René Baire, dans la préface de ses mémorables *Leçons sur les fonctions discontinues*. Du moins, cette préface est-elle un programme orienté vers la recherche de la généralité la plus grande possible et laissant déjà pressentir « l'avènement d'une Physique mathématique dans laquelle la part de l'hypothèse serait réduite au minimum. »

En fait, le développement de la théorie des fonctions devait susciter inévitablement des efforts vers un tel style géométrique. Les notions de domaine, de frontière, de ligne, et leurs relations mutuelles exigeaient des éclaircissements chaque jour plus pressants. Cela explique l'importance considérable prise par les recherches de topologie, surtout à partir de la thèse de Janiszewski (1911), qui marque l'avènement d'une école polonaise des plus remarquables. Mais cette école s'attache spécialement à l'*Analysis situs* elle même, c'est-à-dire à l'étude des invariants des déformations continues et biunivoques, plutôt qu'à la géométrie dans son ensemble. Il y a cependant des exceptions, comme en témoigne une note à l'Académie des Sciences de Paris, communiquée en 1910 par le même Janiszewski, et relative à la *Géométrie des courbes planes générales* [1] : on y apprend que les courbes planes, coupées par toute droite en un nombre limité de points, sont rectifiables et qu'elles admettent, en chaque point simple, une demi-tangente antérieure et une demi-tangente postérieure. L'attention des géomètres a été récemment rappelée sur les questions de ce genre par une note de M. André Marchaud [2] et nous y reviendrons nous-même un peu plus loin, pour illustrer les idées générales animant cet article.

4. A la suite de cette rapide analyse, si nous jetons un regard sur les tendances actuelles, on peut dire que le minimum d'hypothèses est un souci commun à beaucoup de géomètres. Pour en donner des témoignages, rappelons que la forme, donnée par M. Carathéodory à la théorie de la mesure [3], a permis d'unifier, dans l'espace à trois dimensions, les problèmes sur la mesure linéaire des ensembles portés par une courbe rectifiable, ou sur la mesure superficielle des ensembles portés par une surface quarrable, avec les problèmes analogues concernant des ensembles situés sur une droite ou bien dans un plan : notamment, la longueur d'une courbe et l'aire d'une surface, qui jusqu'en 1914, semblaient dépasser le problème proprement dit de la mesure, apparaissent maintenant comme des cas particuliers de ce problème. Mais M. Hausdorff [4] a encore dépassé M. Carathéodory dans cette voie : tout le monde possède, d'une manière plus ou moins explicite, la notion de l'*ordre de mesure* : c'est, pour le vulgaire, le nombre indiquant la dimension de l'étendue mesurée : l'ordre de mesure est l'unité pour une longueur, il est deux pour une surface et trois pour un volume. L'ordre de mesure intervient en exposant quand on cherche la mesure d'une homothétique de la figure primitive. M. Hausdorff est parvenu le premier à introduire les ordres de mesure qui ne sont pas entiers, à citer des ensembles de ces ordres et à en déterminer la mesure. Par exemple, du segment choisi comme unité, enlevons un segment de même milieu et de longueur $\lambda<1$. Sur chacun des segments restants, effectuons la construction homothétique, et ainsi de suite, indéfiniment : il reste un ensemble qui se laisse subdiviser indéfiniment en sous-ensembles homothétiques à l'ensemble total ; on en déduit facilement l'exposant ou ordre de mesure d'un tel ensemble, car la moitié de cette *étendue* (essentiellement discontinue) répond à un ensemble ho-

1. Par exemple, au *Bulletin des Sciences Mathématiques*, septembre 1926, j'ai prouvé que dans le problème de Neumann, relatif au mouvement irrotationnel d'un liquide incompressible dans un vase dont la paroi est animée d'un mouvement connu, il y a intérêt à ne pas se limiter à l'hypothèse classique de l'existence d'un plan tangent continu pour la paroi : si l'on traite le problème pour une paroi quelconque, on est conduit à introduire une nouvelle définition de la fonction de Neumann, pour laquelle se simplifie beaucoup la variation infinitésimale. Et cela exerce une répercussion sur la mise en équation de toute une classe de problèmes de mécanique des fluides. Voir mon volume : *Recherches sur la Dynamique des liquides*, Gauthier-Villars, Paris, 1930.

1. *C. R.*, t. 150, p. 606, 1910.
2. *C. R.*, t. CLXII, séance du 1er juillet 1929.
3. *Über das lineare Mass*, Göttinger Nachrichten, 1914. — Voir aussi la seconde édition des *Vorlesungen über reellen Funktionen*, Teubner, 1927.
4. *Dimension und äüszeres Masz* (*Mat. Ann.*, t. CXXIX, 1918, p. 157-179).

mothétique de l'ensemble total dans le rapport $1-\lambda$. On a donc, en appelant ω cet ordre de mesure

$$\frac{1}{2} = \left(\frac{1-\lambda}{2}\right)^{\omega},$$

d'où

$$\omega = \frac{\log 2}{\log \frac{2}{1-\lambda}}.$$

Ignorant les travaux de M. Hausdorff, j'avais moi-même, pour les ensembles fermés, développé par une autre méthode des considérations analogues [1]. Mes efforts étaient orientés vers le calcul des variations. Considérons une sphère et un segment AB intérieur à cette sphère. Parmi les fonctions U prenant des valeurs données sur la sphère et sur le segment AB, étudions celles qui rapprochent indéfiniment de sa borne inférieure l'intégrale

$$\iiint \left[\left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial z}\right)^2\right] dxdydz$$

étendue au domaine ouvert dont la frontière comprend la sphère et le segment. Il se trouve que, dans cette question, les valeurs portées par le segment n'interviennent pas : on peut supprimer le segment, qui s'offre donc comme un *ensemble impropre* (sous-entendu : à porter efficacement des données). On voit les choses changer si l'on remplace le segment par un disque intérieur à la sphère, on a bien cette fois une influence des valeurs portées par le disque sur le minimum obtenu. Plus particulières que celles de M. Hausdorff, mes recherches sur la dimension ont eu cet objet : *donner des critères permettant de reconnaître les ensembles impropres* [2]. Il suffit d'ailleurs, en pareille matière, de recourir à la construction de Cantor-Minkowski, c'est-à-dire de réunir les sphères de rayon arbitrairement petit, centrées aux divers points de l'ensemble dont on cherche l'ordre : cet ordre, déduit du volume $f(\rho)$ ainsi recouvert, est distinct de celui de M. Hausdorff [3] mais il lui est cependant égal dans des conditions assez larges.

5. Cette digression, qui remet sur le tapis des hypothèses de commodité, n'est qu'un moyen d'appeler l'attention sur la construction de Cantor-Minkowski, à laquelle les exigences de la théorie des surfaces nous ramèneront ultérieurement. Mais auparavant, citons encore un important problème, commun à la géométrie et à la théorie des fonctions, et dont l'influence, au point de vue qui nous occupe, s'est manifestée d'une manière capitale : le problème de la *représentation conforme d'un domaine plan*, simplement connexe, sur un cercle. C'est Riemann qui a prouvé, le premier, la possibilité d'une telle représentation, effectuée de manière qu'un point arbitraire P, intérieur au domaine, corresponde au centre O du cercle, une certaine direction de tangente au point P se transformant en une direction connue de tangente au point O. La démonstration de Riemann s'appliquait à tous les cas où l'on pouvait répondre, pour le domaine donné, de l'existence d'une fonction de Green, c'est-à-dire d'une fonction harmonique dans le domaine donné sauf au point P, devenant infinie en ce point comme $\log \frac{1}{MP}$ et s'annulant continuement sur sa frontière. Or, dès 1900, M. Osgood a démontré l'existence de cette fonction pour le domaine plan simplement connexe le plus général, sous la réserve que sa frontière ne soit pas réduite à un point unique. Ce résultat a conduit M. Paul Montel à une démonstration tout à fait générale du théorème de Riemann, c'est-à-dire établissant la possibilité de la représentation conforme pour un domaine simplement connexe dont la frontière ne se réduit pas à un seul point [1].

En suivant les récentes recherches sur la théorie du potentiel, on y verrait se manifester des tendances analogues [2].

6. Il y a donc, dans la Mathématique, des domaines très vastes où l'on peut regarder la crise de la causalité comme conjurée. Cependant n'en est-il pas ainsi en géométrie infinitésimale ? Dans ce secteur, la vieille bâtisse semble encore si confortable qu'on ne l'abandonne pas sans regret. Disons quelques mots des principes généraux susceptibles de favoriser des constructions nouvelles.

Pour restaurer la structure causale, il faut d'abord bien séparer les *champs d'invariance*, car chacun s'attache à un groupe : à ce titre, il est, selon Klein, une géométrie et détient l'autonomie logique. Cela est vrai en Mathématiques à tous les degrés : l'élève à qui l'on demande de prouver que les milieux des diagonales d'un quadrilatère complet sont en ligne droite doit penser d'abord que cette proposition appartient à la classe des énoncés invariants par projection cylindrique ; après quoi, il est fondé à s'appuyer, pour la démonstration, sur d'autres théorèmes plus simples de la même classe. — On est ainsi conduit à formuler cette vérité générale :

1. *Dimension, étendue, densité* (*C. R.*, t. CLXXX, 1925, p. 245, pli cacheté déposé le 17 nov. 1924).
2. *Bull. des Sc. Math.*, octobre 1928 (*Nombre dimensionnel et ensembles impropres*).
3. *Ibid.*, juin 1929 (*Sur la notion d'ordre de mesure d'un ensemble fermé*).

1. *Journal de Math. Pures et Appliquées*, 7e série, tome III, fascicule I, 1917, pages 1-54.
2. Pour ces recherches, voir le chap. XI de l'ouvrage de M. O. D. Kellogg : *Fundations of Potential Theory*, Julius Springer, Berlin, 1929.

Tout système de propriétés invariantes (relativement à un certain groupe) *est un* DOMAINE DE CAUSALITÉ. Si l'on préfère : des causes intérieures à ce domaine entraînent aussi des effets intérieurs à ce domaine.

D'où la nécessité de classer les propriétés géométriques suivant les champs d'invariance : il faudra distinguer ce qui est *quantitatif*, c'est-à-dire invariant par un groupe dépendant d'un nombre fini de paramètres, (exemple : *propriétés métriques, propriétés linéaires, propriétés projectives*), et par contre, ce qui est *qualitatif* (à quelque degré) c'est-à-dire invariant par un groupe dont l'extension ne peut s'exprimer au moyen d'un nombre fini de paramètres. De tous ces groupes, le plus connu est celui des transformations continues et biunivoques les plus générales, son champ d'invariance est la *Topologie pure* ou *Analysis situs*. Mais, il importe, dans beaucoup de questions, d'en distinguer un sous-groupe, celui des déformations définies par des fonctions ayant des dérivées premières continues : le champ d'invariance correspondant est la *Topologie restreinte du premier ordre*; il englobe notamment les *ordres de mesure*, dont j'ai parlé précédemment : je préfère cette terminologie [1] à celle de *dimension* que M. Hausdorff avait employée pour cet objet et que j'avais employée aussi primitivement; il est préférable de réserver au mot dimension un rôle purement topologique, la dimension d'un ensemble se présentant, au moins dans des cas étendus, comme la limite inférieure des ordres de mesure de tous ses homéomorphes [2]. On pourrait aussi définir la Topologie restreinte d'ordre n, et même la Topologie analytique, c'est-à-dire celle des déformations définies par des fonctions analytiques.

7. Topologie pure et topologie restreinte (des deux premiers ordres) ont, pour les questions qui nous occupent, une grande importance pratique. Et il en est ainsi même dans des questions procédant en apparence de la géométrie métrique, c'est-à-dire du groupe des déplacements. L'intervention des groupes qualitatifs s'explique facilement sur un exemple. Prenons celui de la représentation conforme d'un domaine plan simplement connexe. La topologie s'introduit dans la question par le fait qu'on ne se borne pas à tel ou tel domaine, déterminé à un déplacement près, mais qu'on entend obtenir une conclusion applicable à tous les domaines simplement connexes en général, c'est-à-dire équivalents à une transformation topologique près.

C'est donc parce qu'on raisonne sur des familles de problèmes qu'on sort du champ d'invariance auquel chacun d'eux, pris isolément, est relatif, et c'est là, en Géométrie, un phénomène extrêmement fréquent.

8. On peut présenter les choses d'une manière un peu différente dans la forme et dire : il arrive souvent que l'énoncé d'un théorème met en jeu des éléments empruntés à divers champs d'invariance. Par exemple, considérons la représentation conforme : la notion du domaine qu'il s'agit de faire correspondre au cercle est purement topologique; la conservation des angles en chaque point participe de caractères métriques. C'est pourquoi nous dirons d'un énoncé comme celui du théorème de Riemann qu'il est *complexe*.

J'emprunte à dessein un autre exemple d'énoncé complexe à la théorie des courbes, énoncé qui généralise un théorème déjà cité de Janiszewski et qui s'apparente étroitement aux résultats également mentionnés de M. André Marchaud :

Tout arc simple de l'espace à n *dimensions coupé par une variété linéaire d'ordre* n-1 *en un ensemble de points dépourvu de point limite à distance finie possède en chaque point une demi-tangente antérieure et une demi-tangente postérieure.*

A quel champ d'invariance s'attache la conclusion de ce théorème? Manifestement, à la topologie restreinte du premier ordre. C'est donc à elle qu'il nous faut demander des armes; notre souci de la causalité justifie cette manière de faire : un effet de Topologie restreinte du premier ordre doit pouvoir s'interpréter comme le résultat de causes empruntées au même domaine causal; et, ce que nous avons à vérifier, c'est que, des hypothèses énoncées, découle un système de causes de ce genre.

9. De même qu'en Topologie pure, la notion originelle est celle de point limite, il faut, en Topologie restreinte du premier ordre, mettre au premier plan la notion du CONTINGENT relatif à un point limite : nous dirons d'abord qu'une demi-droite $A\Delta$ issue d'un point limite A de E est un *rayon limite* (ou encore : une tangente) de E, s'il existe une suite infinie M_1, M_2,... M_n,... de E tendant vers le point A de telle sorte que les angles $M_n A\Delta$ tendent vers zéro; cela posé, nous appelons ici (pour abréger) *contingent* au point A l'ensemble des rayons limites issus de ce point [1]. Dans cette définition, la notion de droite

1. *Sur la notion d'ordre de mesure d'un ensemble fermé* ; Bull. des Sc. Math., juin 1929.

2. Avec cette terminologie, une courbe simple de Jordan a pour dimension l'unité, tandis que son ordre de mesure peut être arbitrairement voisin du nombre des dimensions d'un espace euclidien qui la contiendrait. Dans le plan, l'exemple de la courbe d'aire non nulle de Hilbert montre que l'égalité peut être atteinte.

1. *Sur quelques points de topologie restreinte du premier ordre*, Bull. de la Soc. Math. de France, t. LVI, 1928, p. 26-34.

n'intervient qu'en apparence : le rayon AΔ ne nous intéresse que pour son élément linéaire originel. Quant à la notion d'angle, elle n'est introduite qu'à titre auxiliaire, pour exprimer qu'un élément linéaire variable issu de A a une direction infiniment voisine de celle d'un autre élément du même genre, supposé fixe.

Le contingent est toujours un ensemble fermé (I), c'est-à-dire tout rayon vers lequel tendent des rayons limites est un rayon limite; de plus, pour un demi-arc simple d'origine A, le contingent est un continu (II). Cela posé, lançons-nous, pour fixer les idées, dans l'espace à trois dimensions. Un plan P, passant par A, et traversant le contingent du demi-arc AL au point A, coupe ce demi-arc en une infinité de points ayant A pour point limite (III). Considérons à la faveur des énoncés (I), (II), (III), un arc simple L'L (1); et un point A de cet arc : si l'ensemble de ses points de rencontre avec aucun plan mené par A n'admet A pour point limite, c'est qu'en A, aucun plan ne traverse ni le contingent antérieur, ni le contingent postérieur : ils se réduisent donc, chacun, à un seul rayon.

Le résultat annoncé est donc établi, par un raisonnement dont la carrure causale apparaît nettement.

10. On devine que la notion du contingent va jouer un rôle actif dans mainte question de géométrie infinitésimale (2). C'est ce que nous verrons en examinant les voies qui semblent s'offrir le plus favorablement à un développement de la théorie des surfaces, dans le sens désiré. Rappelons toutefois auparavant qu'à côté de la notion de contingent, en Topologie restreinte du premier ordre, il faut également accorder une place d'honneur à la notion de PARATINGENT : on y synthétise les droites passant par un point limite A d'un ensemble E et qu'on peut obtenir comme limites de droites joignant deux points M et N distincts de E, infiniment voisins de A. D'après cela, le paratingent en A contient le contingent en ce point et son symétrique par rapport à A.

L'utilité du paratingent apparaît sur cet exemple simple :

Soit une ligne rectifiable, *sans point double munie d'une demi-tangente antérieure et d'une demi-tangente postérieure en chaque point : si, en un point* A, *le paratingent relatif au demi-arc postérieur* AL *se réduit à la droite contenant la demi-tangente postérieure* AT, *tout arc* MN *d'extrémités postérieures à* A *et infiniment voisines de ce point est un infiniment petit équivalent à sa corde.*

On peut remarquer, en géométrie plane, que l'hypothèse de l'énoncé précédent est réalisée non seulement pour les courbes convexes, c'est-à-dire telles qu'il existe en chacun de leurs points une droite ne les traversant pas, mais encore pour les courbes admettant en chacun de leurs points, un cercle de rayon constant ne les traversant pas : en effet, d'une part ces dernières courbes sont rectifiables [1], d'autre part, M. Georges Durand a prouvé que la demi-tangente (antérieure ou postérieure) existe en chaque point et fait avec une droite fixe un angle, fonction à variation bornée de l'abscisse curviligne [2]; donc les demi-tangentes aux points M du demi-arc AL (postérieur à A), ont une limite quand M tend vers A, laquelle est nécessairement la demi-tangente AT en A, pour les demi-tangentes postérieures, la demi-droite opposée AT' pour les demi-tangentes antérieures. Il s'ensuit que, relativement à T'T pris pour axe des abscisses, le demi-arc AL a sa pente infiniment petite aux approches de A : c'est bien la propriété annoncée du paratingent de se réduire à T'T.

11. Ces exemples montrent bien l'opportunité d'un effort systématique POUR MIEUX COMPRENDRE LA GÉOMÉTRIE, ou encore, comme je l'ai dit ailleurs [3], pour édifier une Géométrie cantorienne.

Lorsqu'on passe des courbes aux surfaces, la réalisation d'une telle entreprise apparaît délicate : dans un prochain article, j'examinerai à cet égard quelques routes dont l'accès s'annonce praticable, à la lumière de travaux récents.

Georges Bouligand,

Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers.

1. J'ai légitimé les énoncés (I), (II), (III) dans un article qui paraîtra au tome XV de la Revue polonaise : *Fundamenta Mathematicae*, pages 215-218.

2. Elle peut également rendre des services en théorie des fonctions. Par exemple, considérons une suite bornée de fonctions harmoniques, dans une certaine région de l'espace euclidien à n dimensions. J'ai généralisé un théorème classique de la théorie des fonctions analytiques en prouvant qu'une telle suite converge dans la région considérée dès qu'on est assuré de sa convergence en une infinité de points de cette région ayant un point limite intérieur pour lequel le contingent comprend au moins un rayon intérieur. (Voir *Mémorial des Sciences Mathématiques*, fascicule XX, page 20.)

1. *Bull. des Sciences Math.* (mémoire déjà cité d'octobre 1928).

2. Sur la construction de Cantor-Minkowski dans le plan, *C. R.*, t. 188, 27 mai 1929, page 1368.

3. *Revue Scientifique*, année 1927, pages 586 et suivantes. *Rivista Hispano-Americana di Matematica*, mars et avril 1928.

NOUVELLES MÉTHODES D'ANALYSE GRAVIMÉTRIQUE

Depuis une dizaine d'années, l'Institut de Chimie analytique de l'Ecole Technique supérieure de Vienne a élaboré une série de méthodes pour la détermination et la séparation des éléments rares. Celles-ci ayant fait leurs preuves à l'usage, il paraît intéressant d'en donner aujourd'hui un aperçu d'ensemble, en rappelant les fondements théoriques sur lesquelles elles reposent. Nous montrerons aussi que cet affinement et, dans une certaine mesure, cette simplification des méthodes de l'analyse pondérale sont susceptibles d'une application plus générale, et que les nouveaux procédés, loin de s'appliquer uniquement aux métaux plus ou moins rares, pourront servir à la détermination d'autres métaux. On y travaille, en tout cas, activement à l'Institut précité.

Les nouvelles méthodes doivent leur naissance à des considérations physico-chimiques simples, maintes fois exprimées, et fournissent une nouvelle preuve de l'influence précieuse de la Chimie théorique sur l'Analyse, qui aujourd'hui ne peut être vraiment comprise, et encore moins progresser, la connaissance de cette discipline fondamentale.

Ces méthodes se laissent classer en 5 groupes, suivant qu'elles se basent sur :

1° l'hydrolyse progressive ;

2° le recul de l'hydrolyse ;

3° l'emploi de combinaisons métalliques d'adsorption difficilement solubles ;

4° l'emploi de l'acide sulfosalicylique comme d'ammonium.

5° La dissociation thermique des halogénures d'ammonium.

I. — L'hydrolyse progressive

Ce terme remonte à Abegg ; il doit signifier que, dans le système hétérogène envisagé, l'hydrolyse ne se poursuit pas avec une vitesse non mesurable, mais qu'elle s'effectue peu à peu ; elle se produit quand un ion de la combinaison à hydrolyser est difficilement soluble : alors la conductibilité de la solution augmente dans la mesure où l'hydrolyse progresse. En général, on utilise analytiquement avec profit l'hydrolyse de cations faibles, dont la concentration est minime à l'origine à cause de leur faible dissociation, par exemple Fe (III), Al, Cr (III), Sn (IV), Ti (IV), Zr, Th, etc. Alors la réaction a lieu d'après le schéma suivant :

$$TiCl^4 + 4H^2O \rightleftarrows Ti(OH)^4 + 4HCl,$$

avec formation de l'hydrate métallique ou d'un sel basique difficilement soluble et d'ion $H^{\cdot}$.

Par addition de beaucoup d'eau et élévation de la température, l'équilibre s'établit enfin, pratiquement d'une façon totale, du côté droit de l'équation et l'on obtient ainsi une précipitation complète.

On constate aussi que la séparation de la phase solide, ici le colloïde $TiO^2.aq$, a lieu graduellement en solution acide, et c'est dans cette circonstance que réside le grand avantage de cette sorte de réaction pour la Chimie analytique. La phase solide, d'abord fortement dispersée, subit un grossissement de ses particules, qui réduit sa tendance à la formation d'hydrosol et sa solubilité, comme aussi, ce qui est particulièrement important, son pouvoir d'adsorption pour les ions étrangers.

Naturellement, dans le cas particulier, la question fondamentale se pose encore de savoir si, malgré l'existence d'un *ph* déterminé, la précipitation de la substance est quantitative, et le problème ne peut être considéré comme résolu que lorsqu'on a trouvé un moyen approprié conduisant à une mise au point finale telle du *ph* qu'elle assure la précipitation complète de l'ion à déterminer. Ainsi, pour en rester à l'exemple du titane, dans l'hydrolyse de $TiCl^4$, on a trouvé que l'addition de K^2SO^4 ou Na^2SO^4 assure une liaison partielle de l'ion $H^{\cdot}$, grâce à la formation d'ion hydrosulfate, d'après :

$$K^2SO^4 + H^{\cdot} \rightleftarrows KHSO^4 + K^{\cdot}\ ^1.$$

Un autre moyen de diminuer la teneur en $[H^{\cdot}]$ réside, comme on le sait depuis longtemps, dans l'emploi de sels d'acides faibles ou volatils, comme l'acide acétique, l'acide formique ou l'acide nitreux. E. Schirm a recommandé d'abord ce dernier pour l'hydrolyse de l'aluminium, et montré en même temps que la précipitation n'était quantitative qu'en l'absence de grandes quantités de sels d'ammonium. Nous avons reconnu que, même en excluant tout sel d'ammonium, on trouve fréquemment dans le filtrat un peu d'aluminium, ou que, si l'on applique cette méthode au béryllium, ce dernier n'est pas complètement précipité. Nous avons attribué ce phénomène à la formation d'une petite quantité d'acide nitrique[2], à la suite de

1. Moser et Iranyi : *Monatsh. für Chemie*, t. XLIII, p. 825 ; 1922.

2. Moser et Singer : *Monatsh. für Chimie*, t. XLVIII, p. 672 ; 1927.

l'oxydation de l'oxyde azoteux produit dans la solution par la décomposition de l'acide nitreux, ce qui arrive principalement quand ce dernier n'est pas éliminé assez rapidement par ébullition. Mais si l'on éloigne à la manière connue[3] l'acide nitreux sous forme d'éther méthylique, qui bout déjà à — 12°, la précipitation du beryllium par ce moyen devient complète, et il est possible ainsi de le séparer d'une façon simple d'un grand nombre d'éléments qui l'accompagnent[4].

Parmi ceux-ci, il faut citer spécialement la séparation du beryllium du manganèse, du zinc et du cadmium, et la séparation du thallium du fer, de l'aluminium, du chrome, et du titane, du zirconium et du thorium.

Nous avons trouvé dans l'emploi de certaines solutions d'halogénures halogénates alcalins une nouvelle possibilité d'effectuer l'hydrolyse progressive avec production d'une acidité finale déterminée. Des neuf systèmes de ce genre possibles, de la forme générale $5HX + HXO^3$ (où X = Cl, Br, I), seule jusqu'à présent avait été recommandée l'action neutralisante complète de 5 KI + KIO^3 par Stock pour la précipitation de $Al(OH)^3$ compact, et plus tard, mais avec beaucoup moins de succès, par Glassmann[5] pour la précipitation de $Be(OH)^2$.

Par contre, on ne savait à peu près rien sur le mode d'action au point de vue analytique des autres mélanges halogénures-halogénates. On peut aujourd'hui diviser ces neuf systèmes en trois groupes, suivant que leur action neutralisante est complète, moyenne ou faible[6]. L'importance principale revient à ceux qui ont une action neutralisante moyenne (ou à la rigueur faible), car alors la précipitation des hydrates ou des sels basiques de métaux déterminés se produit encore progressivement en milieu acide pour un p_H bien déterminé, en formant des précipités denses, qui adsorbent peu d'ions étrangers, et permettant la séparation de ces ions d'autres ions non hydrolysables dans les conditions de l'expérience. Dans ce cas, on ajoute encore avec avantage un peu de K^2SO^4, dont nous avons signalé l'action plus haut.

Nous avons établi qu'il existe trois systèmes de ce genre, à action neutralisante moyenne : HCl-$HBrO^3$, HBr-$HBrO^3$ et HBr-HIO^3.

Par ce moyen, il est possible de séparer quantitativement le titane de l'aluminium et de l'uranium, le bismuth du plomb, du cuivre et du cadmium, et généralement par une seule précipitation.

II. — Le recul de l'hydrolyse

Comme exemple du phénomène inverse, on peut citer la distillation de l'arsenic à l'état d'$AsCl^3$, de la façon que j'ai décrite avec J. Ehrlich[7], qui permet de le séparer de tous les métaux. Dans ce cas, l'arsenic se présente sous forme d'$AsCl^3$ formant avec HCl et H^2O un mélange homogène liquide, en équilibre avec le même mélange gazeux. Si l'on veut pratiquement éliminer totalement $AsCl^3$ de ce mélange, il faut employer des moyens qui élèvent autant que possible la pression partielle de cette substance; on y arrive facilement par élévation de la température et recul de l'hydrolyse d'$AsCl^3$ d'après l'équation.

$$As^{\cdots} + 3H^2O \rightleftarrows As(OH)^3 + 3H^{\cdot}.$$

L'addition d'H, le mieux sous forme d'HCl concentré, et l'emploi de solutions le plus concentrées possible d'$AsCl^3$, sont avantageux pour la position de l'équilibre. On obtient un nouveau déplacement de l'équilibre dans le sens désiré en éloignant d'une façon permanente par un courant d'air l'$AsCl^3$ gazeux qui se trouve au-dessus de la phase liquide. Cependant, comme plusieurs essais l'ont montré, ces dispositions ne suffisent pas pour éloigner tout l'arsenic dans un temps donné; un autre moyen est encore nécessaire pour atteindre ce but. Nous l'avons trouvé dans le comportement particulier de certaines substances, parmi lesquelles le bromure de potassium, dont l'action favorable sur le cours de la distillation est déjà connue depuis longtemps, mais avait été fausse-interprétée. Par des essais appropriés, nous avons montré que son action est principalement dirigée contre l'hydrolyse, et qu'elle n'est pas catalytique, mais de nature purement physique. Le bromure de potassium possède la propriété d'être soluble dans l'eau et pratiquement insoluble dans HCl concentré. Si, au cours de la distillation, le liquide s'appauvrit en HCl et s'enrichit en H^2O, des molécules de KBr entrent en solution; dans une solution de ce genre, $AsCl^3$ est pratiquement insoluble, ce qui empêche sa dissociation hydrolytique. Il s'agit ici d'une influence accusée sur la solubilité, déjà connue et employée depuis longtemps sous la désignation de « dessalage ». La justesse de cette conception est renforcée par

3. Fischer et Steinbach : *Z. anorg. Ch.*, t. LXXVIII, p. 34 ; 1912.
4. Moser et Singer : *Monatsh. f. Chem.*, t. XLVIII, p. 673; 1927.
5. Glassmann : *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXXIV, p. 3368 ; 1906.
6. Moser et Iranyi : *Monatsh. f. Chem.*, t. XLIII, p. 625 ; 1922.
7. Moser et Ehrlich : *Ber. D. chem. Ges.*, t. LV. p. 437 ; 1922.

le fait que d'autres substances, qui montrent les mêmes propriétés de solubilité que KBr, se comportent de même : ainsi $BaCl^2$, le lactose, le nitroprussiate de Na, etc. Par toutes ces additions, on obtient déjà à la température du bain-marie et par l'emploi d'un courant d'air une distillation complète d'$AsCl^3$; la courbe de distillation coïncide parfaitement avec la courbe calculée théoriquement.

La durée d'une telle distillation, qui permet de séparer l'arsenic de tous les métaux, ne dépasse guère 30 minutes, et cette détermination est extraordinairement exacte.

III. — La formation de combinaisons d'adsorption métalliques difficilement solubles

La formation de ces combinaisons constitue un exemple de l'utilisation de l'adsorption, jusqu'à présent plutôt mal venue en Analyse. La substance la plus appropriée à la préparation de telles combinaisons est l'acide tannique, qui doit servir à l'état pur et brûler sans trace de cendres. L'acide tannique ne possède en solution aqueuse qu'une très faible conductibilité électrique ; il existe donc en majeure partie à l'état de solution dispersée à particules négativement chargées. Si, à une telle solution, on ajoute un sol d'hydrate métallique positivement chargé, il se produit une rapide diminution du degré de dispersion, avec formation de la combinaison d'adsorption tannin-hydrate métallique, difficilement soluble, qui se prête avec avantage à la détermination quantitative de plusieurs métaux. Par conséquent, la naissance de cette combinaison doit être considérée comme l'effet de particules chargées d'électricités opposées de deux colloïdes réagissant réciproquement, à la surface limite desquels entrent en jeu des phénomènes d'adsorption qui, particulièrement à haute température et après addition d'électrolyte, influent avec une rapidité considérable sur l'équilibre d'adsorption dans le sens souhaité. Si le métal ne se présente pas sous forme de solution dispersée de son hydrate ou de son sel basique, mais sous la forme ionique de sel dissous, alors la précipitation n'a pas lieu : ainsi le beryllium en solution acétique forme, en présence de l'ion acétate, une solution vraie, non précipitée par l'acide tannique ; par contre si on ajoute de l'ammoniaque, provoquant la formation de $Be(OH)^2$ colloïdal, il se produit un précipité correspondant à la combinaison d'adsorption : hydrate de béryllium-tannin.

A cause de sa grande sensibilité, la méthode à l'acide tannique se prête non seulement à déceler, mais surtout à déterminer de petites quantités ; en outre, elle permet d'obtenir avec une grande exactitude une série de séparations.

Etant donné qu'en solution acétique les métaux trivalents fer, chrome, aluminium, les métaux tétravalents titane, zirconium et thorium, et enfin le vanadium sont précipités par l'acide tannique, on peut en séparer par ce moyen le béryllium et aussi en partie l'uranium, et les déterminer. Le tungstène est précipité par l'acide tannique en solution sulfurique, mais l'excès de ce dernier doit être à son tour précipité par l'antipyrine, pour que la séparation de ce métal soit quantitative. De la même façon le titane et le molybdène peuvent être séparés de diverses substances et déterminés quantitativement. D'autres travaux sur cette réaction sont en cours.

IV. — L'acide sulfosalicylique, formateur de complexes.

La tendance des ions métalliques polyvalents à former des complexes avec divers oxyacides et avec les alcools polyvalents a été utilisée depuis longtemps à la séparation de divers métaux. Ainsi la faculté de l'acide tartrique de former avec l'ion Fe (III) ou Al de telles combinaisons solubles a été employée avec avantage pour la séparation de ces deux métaux ; parmi les anions, il faut mettre en avant l'acide borique, qui est transformé par l'addition de glycérine ou de mannite en un acide relativement fort, déterminable par titrimétrie. Parmi les autres composés organiques formateurs de complexes, citons l'acide citrique, l'acide lactique, l'acide salicylique, et plusieurs alcools polyvalents.

Des essais méthodiques entrepris dans ce domaine ont montré, en concordance partielle avec les observations antérieures, que, pour la formation d'ions complexes, les combinaisons organiques avec un hydroxyle et un carboxyle ne sont pas adaptées, mais qu'elles doivent posséder au moins trois de ces groupes. On a reconnu également que le groupe carboxyle peut être remplacé par un autre groupe acide, en particulier le groupe sulfo ; alors la combinaison nouvelle qui dérive par exemple de l'acide salicylique possède la propriété avantageuse d'être soluble dans l'eau. L'acide sulfosalicylique $C^6H^3.OH$ (1) COOH (2) SO^3H (5), qui se prépare très simplement par sulfonation de l'acide salicylique avec H^2SO^4 et se trouve d'ailleurs à un état d'assez grande pureté dans le commerce, a en effet permis d'effec-

tuer simplement et exactement plusieurs séparations de métaux.

Ainsi les ions Fe (III), Al et Ti (IV) forment avec l'acide sulfosalicylique des complexes de stabilité différente; en solution ammoniacale, H^2S n'en précipite que FeS; par ébullition de la solution, on obtient ensuite un précipité dense de TiO^2, tandis que le sel d'aluminium complexe reste inchangé, et peut être précipité par le phosphate de soude de la solution neutralisée à l'état d'$AlPO^4$; cependant, cette dernière opération n'est pas à recommander à cause des mauvaises propriétés analytiques de ce dernier corps. Il est beaucoup plus simple — et ici apparaît un nouvel avantage de l'acide sulfosalicylique sur les autres composés organiques formateurs de complexes — de transformer celui-ci en bromophénol peu soluble par traitement avec le brome, de le filtrer, et dans le filtrat de précipiter l'aluminium par l'ammoniaque [8] ou de faire la combinaison d'adsorption avec l'acide tannique.

Comme le manganèse forme un ion complexe analogue, qui, en présence de NH^4Cl, est précipitable quantitativement par l'ion phosphate à l'état de $MnNH^4PO^4.H^2O$, on a ainsi un moyen de déterminer directement le manganèse en présence de fer et d'aluminium. De la même façon, on peut précipiter directement le magnésium [9] à l'état de $MgNH^4PO^4.H^2O$.

A l'aide de l'acide sulfosalicylique, on peut aussi séparer aisément le fer et l'aluminium de l'acide phosphorique [9].

Par des essais en cours d'exécution, nous tentons d'opérer par le même procédé la séparation du titane du chrome et du vanadium.

V. — La dissociation thermique des halogénures ammoniacaux

L'utilisation de la dissociation thermique des halogénures ammoniacaux pour la création de méthodes d'entraînement gazeux repose sur les observations de Hantzsch [10] sur la nature des acides halogénhydriques, d'après lesquelles ces pseudo-acides sont de nature homœopolaire et agissent le plus fortement quand ils ne se trouvent pas en solution aqueuse, c'est-à-dire à l'état de division électrolytique. Hantzsch a démontré de diverses façons la plus grande activité des acides halogénhydriques non dissociés; il est inutile d'y revenir. Contentons-nous de la faire ressortir par quelques exemples appropriés qui nous conduiront finalement à une méthode simple d'entraînement à l'état gazeux.

La supériorité de l'acide halogénhydrique sur sa solution aqueuse résulte de l'expérience très ordinaire qui suit : par évaporation répétée de $KClO^4$ avec une solution aqueuse d'acide iodhydrique, on n'obtient aucune réduction de la molécule de perchlorale stable, tandis que celle-ci s'effectue rapidement par une double volatilisation avec l'iodure d'ammonium. Dans ce cas, la force des trois acides halogénhydriques, c'est-à-dire leur tendance à la formation de sels, est caractérisée par la série HCl<HBr<HI, comme Berzélius l'a déjà montré; elle est directement l'inverse de la force des mêmes acides aqueux au sens électrolytique.

Tandis que HCl sec à l'état naissant, tel qu'on l'obtient par dissociation thermique de NH^4Cl, ne réduit rapidement $KClO^4$ qu'en présence de platine, on obtient le même résultat sans platine avec HBr et encore plus vite avec HI, d'où résulte la supériorité des deux derniers vis-à-vis de HCl. Si l'on considère la température de dissociation des trois halogénures d'ammonium à la pression atmosphérique, on constate qu'elle est pour NH^4Cl de 350°, pour NH^4Br de 860° et pour NH^4I de 440°, et comme la température de l'essai varie entre 300° et 400° on doit admettre que NH^4Cl et NH^4I sont pratiquement dissociés d'une façon totale, tandis que NH^4Br ne l'est que d'une façon partielle; les produits de dédoublement sont ici NH^3 et HX. Pour démontrer la supériorité de HBr et de HI vis-à-vis de HCl, il faut encore faire intervenir les constantes de dissociation thermique des trois halogénures d'hydrogène, qui ont été déterminées par Bodenstein et Geiger [11] pour la température de 327°, c'est-à-dire une température qui correspond à notre température moyenne d'essai de 300° à 400°. Elles sont égales à :

$$k\text{HCl} = 55{,}0 \times 10^{-8}; \quad k\text{HBr} = 3{,}2 \times 10^{-10}; \quad k\text{HI} = 1{,}36.10^{-2},$$

d'où l'on déduit pour les degrés de dissociation correspondants en pour cent les valeurs suivantes :

$$1{,}5 \times 10^{-6} \quad 3{,}5 \times 10^{-3} \quad 18{,}9.$$

D'après l'examen de ces valeurs, on reconnaît qu'à la température de l'essai HCl n'est presque pas dissocié, HBr l'est 2.000 fois plus et HI 12.000.000 de fois plus. Ces chiffres prouvent la bien meilleure action thermique de HBr et HI, ce qui permet à l'hydrogène qu'ils libèrent de réduire

8. Moser et Iranyi : *Loc. cit.*
9 et 10. A. Hantzsch : *Ber. d. D. chem. Ges.*, t. LVIII, p. 612; 1925.

11. Bodenstein et Geiger : *Z. physik. Chem.*, t. XLIX, p. 80; 1904.

la molécule de perchlorate. Cette action est encore renforcée par les conditions de l'essai, c'est à-dire l'existence d'une couche de sel finement pulvérisé, permettant l'adsorption sur les surfaces limites solides du sel, qui, d'après Eucken, doit être considérée déjà comme un stade préparatoire à la réaction chimique.

On arrive ainsi, par volatilisation deux fois répétée au bain de sable avec 1,5 — 2 gr. de NH^4I ou avec un mélange moins coûteux de NH^4I et NH^4Br, à transformer les perchlorates aussi bien que les sulfates en iodures alcalins, ou à éliminer complètement l'arsenic des arséniates alcalino-terreux [12]. Nous avons en outre montré de nouveau qu'on peut, avec avantage, par ce moyen réaliser la séparation difficile de l'acide stannique et de l'acide silicique, une double volatilisation suffisant à provoquer le départ complet de l'étain.

12. Moser et Marian : *Ber. d. D. chem. Ges.*, t. LIX, p. 1635; 1926.

De la même façon, on obtient l'élimination du plomb d'un mélange de sulfates de plomb et de baryum.

Inversement, au moyen d'un mélange de 3 parties en poids de NH^4Cl avec une partie de $(NH^4)^2SO^4$, on peut déterminer d'une façon simple à l'état de sulfates une série de sels décomposables par l'acide sulfurique [13]. Cette méthode est encore facilement utilisable pour la séparation des métaux alcalins, qui doivent alors être à l'état de chlorures ; lorsqu'on a pesé le total des sulfates, on les transforme très simpement en chlorures par ce moyen [14].

L. Moser.

13. Moser et Maxymowicz : *Ber. d. D. Chem. Ges.*, t. LX, p. 646 ; 1927.

14. Extrait des *Sitzungsber. d. Akad. der Wiss. in Wien*, Abt. II b : *Chemie*, t. CXXXVIII (Suppl.). Trad. de l'allemand par Louis Brunet.

MOYENNES

I. — Moyenne arithmétique.

1. Considérons des nombres quelconques :

$$a_1, a_2 \cdots, a_l ;$$

la *moyenne arithmétique* M_a de ces nombres est définie par

$$M_a = \frac{a_1 + a_2 + \cdots + a_l}{l}.$$

Il arrive que plusieurs de ces nombres a soient égaux ; si l'on envisage :

$$\begin{array}{ll} \alpha_1 \text{ nombres } & b_1, \\ \alpha_2 \quad - & b_2, \\ \cdots\cdots & \\ \alpha_i \quad - & b_i, \end{array}$$

la moyenne arithmétique des b est :

$$M_a = \frac{b_1 + b_1 + \cdots + b_2 + b_2 + \cdots + \cdots + b_i + b_i + \cdots}{\alpha_1 + \alpha_2 + \cdots + \alpha_i}$$

ou :

$$M_a = \frac{\alpha_1 b_1 + \alpha_2 b_2 + \cdots + \alpha_i b_i}{\alpha_1 + \alpha_2 + \cdots + \alpha_i},$$

2. Soit la fonction de probabilité simple :

$$y_x = \frac{m!}{(mp - x)!\,(mq + x)!}\, p^{mp-x} q^{mq+x} ;$$

Si l'on a une urne où des boules rouges et noires sont mélangées dans la proportion $\frac{p}{q}$, si l'on fait m tirages, si mp est un nombre entier : y_x *est la probabilité de sortie de* mp-x *boules rouges ;* y_x *est aussi la probabilité de l'écart* x ; ainsi :

la probabilité de l'écart		zéro	est	y_0 ;
—	—	$+1$	—	y_1 ;
—	—	$+2$	—	y_2 ;
—	—	$+3$	—	y_3 ;
	.....			
—	—	-1	—	y_{-1} ;
—	—	-2	—	y_{-2} ;
	.....			

la moyenne M_a de ces écarts sera par conséquent, en probabilité :

$$M_a = \frac{0 \times y_0 + 1 \times y_1 + 2y_2 + \cdots - 1 \times y_{-1} - 2 \times y_{-2} - \cdots}{y_0 + y_1 + y_2 + \cdots + y_{-1} + y_{2-2} + \cdots}$$

Si l'on pose, en épuisant les valeurs possibles de m :

$$\begin{cases} s_1'' = y_{-1} + 2y_{-2} + \cdots + (mq) y_{-mq}, \\ s_1' = y_1 + 2y_2 + \cdots + (mp) y_{mq}, \end{cases}$$

on a :

$$M_a = \frac{s_1' - s_1''}{y_0 + y_{-1} + y_{-2} + \cdots + y_{-mq} + y_1 + y_2 + \cdots + y_{mp}} ;$$

or

$$\begin{cases} s_1' = s_1'' = mpq y_0 \\ y_0 + y_{-1} + y_{-2} + \cdots + y_{-mq} + y_1 + y_2 + \cdots + y_{mp} = 1, \end{cases}$$

donc :

$$M_a = 0.$$

On notera que si mp est entier, la formule :

$$s_1' = s_1'' = mpq$$

est une formule *exacte* et non pas une formule approchée, comme on le dit trop souvent.

3. Considérons encore la fonction de probabilité simple, mais supposons que mp ne soit pas entier ; on écrira,

$$y_{x+s} = \frac{m!}{(mp - s - x)!\,(mq + s + x)!}\, p^{mp-s-x} q^{mq+s+x}$$

et il s'agit de tirages de boules d'une urne, où à mp fractionnaire on doit substituer un nombre mp-s entier, on définira s comme il suit :

$$\begin{array}{c} mp - s \text{ est entier}, \\ -1 < s < 1, \\ s < 0 \quad si \quad p > q, \qquad s > 0 \quad si \quad p < q. \end{array}$$

P. e. si :

$$m = 364 \qquad p = 2{,}1 \qquad q = 0{,}9,$$

on a :

$$s = 0{,}4.$$

Mais cette forme est un cas particulier de celle-ci :

$$y_{x+h} = \frac{m!}{(mp - h - x)!\,(mq + h + x)!}\, p^{mp-h-x} q^{mq+h+x}$$

où mp est soit *entier* soit *fractionnaire*. Ici, il ne s'agit plus de tirages de boules d'une urne, sauf le cas où $mp - h$ est entier.

Posons :

$$\lambda = mpq + ph, \qquad \mu = mpq - qh$$

$$\begin{cases} s'_{0,n} = y_{1+h} + y_{2+h} = \cdots + y_{n+h} \\ s''_{0,n'} = y_{-1+h} + y_{-2+h} + \cdots + y_{-n+h} \\ s'_{1,n} = y_{1+h} + 2y_{2+h} + \cdots = n y_{n+h} \\ s''_{1,n'} = y_{-1+h} + 2y_{-2+h} + \cdots + n y'_{-n'+h} \end{cases}$$

On a les formules *exactes* suivantes :

$$\begin{array}{c} \mu(s'_{0,n} + y_h - y_{n+h}) - q(s'_{1,n} - n y_{n+h}) \\ - \lambda s'_{0,n} - p s'_{1,n} = 0, \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \lambda(s''_{0,n} + y_h - y_{n'+h}) - p(s''_{1,n'} - n' y_{-n'+h}) \\ - \mu s''_{0,n'} - q s''_{1,n'} = 0 ; \end{array}$$

les valeurs de n, qui sont entières doivent vérifier les inégalités :

$$mp - h - x \geq 0,$$
$$mq + h + x \geq 0.$$

Quand on *épuise* ces valeurs, quand on donne à x toutes les valeurs entières possibles dans les limites imposées par ces inégalités, on a, en négligeant :

$$(qn - \mu)y_{n+h}, \quad (p'n - \lambda)y_{-n'+h'}$$

qui sont toujours très petits,

$$\begin{cases} -\lambda s_0' + \mu(s_0' + y_h) = s_1' \\ \lambda(s_0'' + y_h) - \mu s_0'' = s_1'' \end{cases}$$

égalités approchées, mais très approchées, où s_0', s_0'', s_1, s_1'' sont définies par :

$$\begin{cases} s_0' = y_{1+h} + y_{2+h} + \cdots \\ s_0'' = y_{-1+h} + y_{-2+h} + \cdots \\ s_1' = y_{1+h} + 2y_{2+h} + 3y_{3+h} + \cdots \\ s_1'' = y_{-1+h} + 2y_{-2+h} + 3y_{-3+h} + \cdots \end{cases}$$

En soustrayant l'une de l'autre les deux égalités précédentes :

$$\lambda(s_0'' + y_h + s_0') - \mu(s_0'' + s_0 + y_h) = s_1'' - s_1';$$

mais on a, très approximativement,

$$s_0'' + y_h + s_0' = 1;$$

donc, très approximativement,

$$\lambda - \mu \quad \text{ou} \quad h = s_1'' - s_1'.$$

Par ailleurs,

$$M_a = \frac{y_{5+h} + 2y_{2+h} + \cdots - y_{-1+h} - 2y_{-2+h} - \cdots}{\Sigma y_{n+h}} = \frac{s_1' - s_1''}{s_0'' + y_h + s_0'};$$

on a donc

$$M_a = -h.$$

4. Mode et Moyenne arithmétique.

La Mode, abscisse de l'ordonnée maximum de la courbe

$$y = \frac{m!}{(mp - h - x)!\,(mq + h + x)!}\, p^{mp-h-x} q^{mq+h+x}$$

est, très sensiblement, définie par

$$x + h = \frac{q - p}{2}, \; x = \frac{q - p}{2} - h.$$

La Mode et la Moyenne arithmétique $-h$ sont confondues si, et seulement si

$$-h = \frac{q - p}{2} - h,$$

donc si

$$q = p = 0{,}5.$$

Dans le *cas particulier* cependant où il s'agit de tirages de boules d'une urne, avec mp entier :

$$y_x = \frac{m!}{(mp - x)!\,(mq + x)!}\, p^{mp-x} q^{mq+x},$$

et les ordonnées *à considérer* ont pour abscisses

$$0, \pm 1, \pm 2, \pm 2, \cdots;$$

l'ordonnée maximum *parmi celles-ci* a pour abscisse O, et d'autre part la moyenne a pour abscisse O aussi. Il y a identité entre l'une et l'autre. Mais la plus grande des ordonnées *à considérer ici* n'est pas, *absolument parlant*, la Mode.

5. *Placer la moyenne* dans la suite

$$\cdots, -2 + h, -1 + h, \quad h, \quad 1 + h, 2 + h, \cdots$$

se fera en l'écrivant

$$-2h + h$$

et en plaçant $-2h$ dans la suite

$$\cdots, -2, -1, \; 0, \; 1, \; 2, \cdots$$

de même que *placer la mode* dans la suite

$$\cdots, -2 + h, -1 + h, \; h, \; 1 + h, 2 + h, \cdots$$

se fera en l'écrivant

$$\left(\frac{q - p}{2} - 2h\right) + h$$

et en plaçant $\frac{q - p}{2} - 2h$ dans la suite.

$$\cdots, -2, -1, \; 0, \; 1, \; 2, \cdots$$

6. Pour le cas très simple que nous venons d'envisager, *la moyenne diffère donc* **sensiblement** *de la valeur la plus probable ou mode.*

Dans le cas d'une courbe présentant plusieurs maxima, il n'y a absolument **aucun lien** *entre la moyenne et l'abscisse de la valeur la plus probable, ou abscisse de l'ordonnée maximum, ou mode.*

C'est une erreur grossière que d'attribuer à la moyenne le rôle de valeur la plus probable, hormis les cas d'exception indiqués au n° 4.

7. *Importantes propriétés de la Moyenne arithmétique.* Soit x_m la moyenne arithmétique des quantités

$$x_1, x_2, \cdots, x_i;$$

considérons la somme des *écarts quadratiques*

$$(x_1 - x_m)^2 + (x_2 - x_m)^2 + \cdots + (x_i - x_m)^2;$$

cette somme est *minimum* quand sa dérivée par rapport à x_m s'annule, quand

$$(x_1 - x_m) + (x_2 - x_m) + \cdots + (x_i - x_m) = 0,$$

quand x_m a la valeur

$$\frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_i}{i};$$

la somme des écarts quadratiques est minimum quand on les rapporte à l'écart arithmétique moyen, dont nous venons d'écrire l'expression.

P. e. soient les nombres

$$x_1 = 1;\ x_2 = 2;\ \cdots;\ x_i = i;$$

on a

$$x_1 + x_2 + \cdots + x_i = \frac{i(i+1)}{2};$$

posons

$$x'_1 = x_1 - \frac{i+1}{2};\ x'_2 = x_2 - \frac{i+1}{2};\ \cdots;$$
$$x'_i = x_i - \frac{i+1}{2},$$

ou

$$x_1' = 1 - \frac{i+1}{2};\ x_2' = 2 - \frac{i+1}{2};\ \cdots;$$
$$x_i' = i - \frac{i+1}{2};$$

la somme

$$(1-k)^2 + (2-k)^2 + \cdots + (i-k)^2$$

est minimum quand

$$k = \frac{i+1}{2}.$$

Le *calcul numérique* de la moyenne arithmétique est grandement facilité si l'on remarque que retrancher un nombre constant p à chacun des termes dont on prend la moyenne, retranche aussi p de la moyenne;
p. e.

$$\frac{3+5+7+11}{4} = 6{,}5$$

$$\frac{(3-p)+(5-p)+(7-p)+(11-p)}{4} = 6{,}5 - p.$$

Application; calcul de la moyenne des x, qui ont des fréquences donnée y :

$x =$	$y =$	$x' =$	$x'y =$
8	1	— 4	— 4
12	3	— 3	— 9
16	5	— 2	— 10
20	34	— 1	— 34
24	67	0	
28	21	1	21
32	23	2	46
36	8	3	24
40	7	4	28
	Total 168		Total — 62

La *moyenne* des x' est

$$M_{x'} = -\frac{62}{168};$$

mais

$$x = 4x' + 24,$$

p. e.

$$16 = 4 \times -2 + 24$$
$$32 = 4 \times 2 + 24,$$

donc

$$M_x = 4M_{x'} + 24 = -4 \times \frac{62}{168} + 24 = 25{,}476.$$

cela est plus simple que de calculer M_x par la formule

$$M_x = \frac{1 \times 8 + 3 \times 12 + 5 \times 15 + \cdots + 40 \times 7}{168}.$$

Par ailleurs, étant données n suites telles que la première contienne N_1 observations dont la moyenne arithmétique est M_1, la seconde N_2 observations dont la moyenne est M_2,... la $n^{ème}$ N_n observations dont la moyenne est M_n, la moyenne arithmétique de l'ensemble des observations réunies est

$$M_n = \frac{M_1N_1 + M_2N_2 + \cdots + M_nN_n}{N_1N_2 + \cdots + N_n}.$$

Si p. e. la densité kilométrique de la population française dans un département de A_i kilomètres carrés est M_i, la densité kilométrique pour la France entière est

$$\frac{\Sigma A_i \times M_i}{\Sigma A_i}.$$

8. *Moyenne, moyenne mesurée.* Si on ne connaît pas les fréquences y du tableau donné au n° 7, on les suppose égaux à 1, et on prend la moyenne arithmétique des écarts x; on a ainsi la *moyenne :*

$$\text{— Moyenne} = \text{Moyenne arithmétique des } x$$
$$= \frac{8 + 12 + 16 + \cdots + 40}{9} = 24,$$

où le dénominateur 9 est le nombre de valeurs attribué à x.

Si on ne connaît pas les y, mais si certains indices permettent de supposer que les y ont telles valeurs — on dit que les x ont tels poids — $\psi(x)$, la *moyenne mesurée* est, pour l'exemple précédent,

$$\frac{\varphi(8) + \varphi(12) + \varphi(16) + \cdots + \varphi(40)}{8 + 12 + \cdots + 40}.$$

P. e. on peut calculer approximativement le salaire moyen *mesuré* des agriculteurs en France, en partant des salaires moyens payés dans les différents départements, on suppose que ces salaires soient connus, et en estiment les nombres $\psi(x)$ d'agriculteurs de chaque département.

MÉDIANE

9. Soit le tableau d'écarts et de fréquences :

Ecarts	Fréquences]
$x =$ 7	$y =$ 38 observations
12	36 »
17	42 »
22	26 »
27	20 »

Ordinairement, ce tableau est à interpréter comme il suit :

Il y a 28 fréquences dont les écarts sont compris

	entre $x =$	4,5	et $x =$	9,5
36	»	9,5	»	14,5
42	»	14,5	»	19,5
26	»	19,5	»	24,5
20	»	24,5	»	29,5.

P. e., s'il s'agit des températures 7°, 12°, 17°, ... : des températures comprises entre 4°,5 et 9°,5 ont été observées 28 fois; à toutes ces températures, on a donné la valeur moyenne 7°; des températures comprises entre 9°,5 et 14°,5 ont été observées 36 fois; on a donné à celles-ci la valeur moyenne 12°, etc.

Donc

de $x = 4,5$	à 9,5	il y a	$y_1 = 28$	fréquences
4,5	14,5	»	$y_2 = y_1 + 36 = 64$	fréq.
4,6	19,5	»	$y_3 = y_2 = 42 = 106$	»
4,5	24,5	»	$y_4 = y_3 + 26 = 132$	»
4,5	29,5	»	$y_5 = y_4 + 20 = 152$	»

La *médiane* est la valeur de x qui correspond à $\frac{152}{2} = 76$. Cette valeur est comprise entre 14,5 et 19,5. Pour la calculer, il faudrait interpoler les x en tenant compte de la loi suivant laquelle les y se succèdent.

On se contente de supposer que les y varient linéairement entre 64 et 106; on écrit en conséquence

$$\frac{x_m - 14,5}{19,5 - 14,5} = \frac{76 - 64}{106 - 64},$$

d'où la valeur approchée suivante de la médiane x_m :

$$x_m = 14,5 + \frac{12}{52} = 15,929.$$

La précision au millième étant tout à fait illusoire, on se contentera d'écrire

$$x_m = 15,9.$$

Il y a probabilité égale pour que l'écart x soit plus petit que la médiane x_m ou plus grand que celle-ci.

On ne connaît aucun moyen analytique de déterminer rigoureusement la médiane, même dans les cas les plus simples.

Dans les courbes de probabilité simple, où $p=q$, la médiane, la moyenne arithmétique et la mode sont confondues.

Les traités de statistique donnent la relation *empirique* $M_0 + 2M_n = 3M$ entre la mode M_0, la moyenne arithmétique M_n et la médiane M : *aucun calcul* **précis** *ne peut être basé sur cette relation.*

10. Soient a_1, a_2, ..., a_n les valeurs de x, égales ou inégales; elles sont supposées rangées par ordre de grandeur croissante; considérons la somme

$$S = \sum_{i=n}^{i=1} | a_i - z |$$

des valeurs absolues des différences $a_i - z$; *cette somme est minimum quand*

$$z = x_m.$$

Cette proposition a un intérêt pratique beaucoup moindre que la proposition analogue concernant la moyenne arithmétique (n° 7).

11. *Quartiers.* Reprenons les tableaux du n° 9. Nous allons chercher les *quartiers,* qui sont les valeurs de x correspondant

$$\frac{152}{4} = 38 \text{ et } 3 \times \frac{152}{4} = 114.$$

Le premier x_1, plus grand que 9,5 est défini par

$$\frac{x_1 - 9,5}{14,5 - 9,5} = \frac{38 - 28}{64 - 38}$$

d'où

$$x_1 = 10,9 ;$$

x_3, plus grand que 19,5, est défini par

$$\frac{x_3 - 19,5}{24,5 - 19,5} = \frac{114 - 106}{132 - 106}$$

d'où

$$x_3 = 21,0 ;$$

en posant

$$x_2 = x_m = 15,9 ;$$

on voit qu'il y a probabilité égale que x sera compris dans l'un des 4 intervalles

4,5 à 10,9; 10,9 à 15,9; 15,9 à 21,0; 21,0 à 29,5 :

ces 4 intervalles sont les 4 quartiers.

On peut calculer de même les 5 cinquièmes, les 10 dixièmes, etc.

Dispersion

12. Dans certains cas, la moyenne arithmétique et les valeurs extrêmes de x suffisent à donner une idée d'ensemble d'une statistique.

Il en est souvent ainsi pour les températures d'un lieu donné.

Dans d'autres cas, par exemple dans l'échelle des âges d'une population, ces données sont insuffisantes.

Ici, la *dispersion* apporte une précision utile.

On la mesure par l'*écart quadratique,* qui est défini comme il suit : la variable x prenant les valeurs

$$x_1, x_2, x_3, \cdots, x_n,$$

$f(x_i)$ étant la fréquence de x_j, M_n étant la moyenne arithmétique, c'est-à-dire

$$M_a = \frac{\Sigma x_i f(x_i)}{\Sigma f(x_i)},$$

ξ_i étant la différence

$$\xi_i = x_i - M_a,$$

l'écart quadratique σ est

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma \xi_i^2 f(x_i)}{\Sigma f(x_j)}}.$$

Moyennes géométrique et harmonique

13. *Moyenne géométrique.* Il arrive qu'au lieu d'envisager les grandeurs x_i, il soit plus commode ou plus suggestif d'envisager leurs logarithmes :

$$\begin{array}{lll} x_1 & z_1 = \log x_1 & f(x_1) \\ x_2 & z_2 = \log x_2 & f(x_2) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_n & z_n = \log x_n & f(x_n) \end{array}$$

La moyenne arithmétique des z est

$$M_{az} = \frac{z_1 f(x_1) + z_2 f(x_2) + \cdots + z_n f(x_n)}{f(x_1) + f(x_2) + \cdots + f(x_n)}$$
$$= \frac{f(x_1)\log x_1 + f(x_2)\log x_2 + \cdots + f(x_n)\log x_n}{\Sigma f(x_i)}$$
$$= \log\left[x_1^{f(x_1)} x_2^{f(x_2)} \cdots x_n^{f(x_n)}\right]\frac{1}{\Sigma f(x_i)}$$

Soit $M_{az} = \log M_g$; on a

$$M_g = \sqrt[h]{x_1^{f(x_1)} x_2^{f(x_2)} \cdots x_n^{f(x_n)}}, \qquad h = \Sigma f(x_i).$$

M_{az} est la *moyenne géométrique* :
la moyenne géométrique de N quantités est la racine $N^{ième}$ du produit de ces quantités.

Les propriétés de la moyenne arithmétique se transposent immédiatement à la moyenne géométrique ; ainsi la moyenne géométrique d'un produit est égale au produit des moyennes géométriques des facteurs ; la moyenne géométrique d'une fraction est égale à la moyenne géométrique du numérateur divisé par la moyenne géométrique du dénominateur.

D'après la loi de Malthus, lorsqu'une espèce animale peut se multiplier sans obstacles, la multiplication se fait en progression géométrique.

Soit N_0 le nombre d'individus à l'origine, N_n leur nombre après N années ; on a

$$N_n = N_0 r^n ;$$

on peut déterminer la constante r en observant le temps ρ nécessaire pour que la population arrive au double :

$$2N_0 = N_0 r^\rho,$$
$$\log r = \frac{\log 2}{\rho}.$$

De la formule (f), il résulte encore que le nombre d'individus, après $\frac{n}{2}$ années, sera la moyenne géométrique de N_0 et de N_n.

14. *Moyenne harmonique.* Soient $f(x_1)$, $f(x_2)$, ..., $f(x_n)$ les fréquences des grandeurs

$$x_1, x_2, \cdots, x_n.$$

La moyenne harmonique M_h est définie par

$$\frac{1}{M_h} = \frac{1}{\Sigma f(x_i)} \sum \frac{f(x_i)}{x_i},$$

la moyenne harmonique est donc la moyenne arithmétique des inverses $\frac{1}{x_i}$.

P. e. en déterminant la moyenne arithmétique des quantités de marchandises valant l'unité de monnaie, on obtient la moyenne harmonique des prix de l'unité de marchandises.

*
**

De plus en plus, chacun est obligé de faire appel, dans une mesure plus ou moins grande, à la statistique. Si la statistique mathématique se perfectionne, beaucoup en ignorent les éléments, notamment que la moyenne arithmétique n'a aucun lien avec la valeur la plus probable.

Voulant mettre en évidence ce principe, nous avons été amené à résumer l'importante question des moyennes, mal connue de la plupart de ceux qui ne s'en servent que par occasion.

R. de Montessus de Ballore,
Docteur ès Sciences, Lauréat de l'Institut.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Œuvres de G. Humbert, *publiées par les soins de* **Humbert** (Pierre), *et* **Julia** (Gaston). *Tome* I. — 1 *vol. in-4° de 555 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris,* 1929. *(Prix : broché,* 150 *fr.)*

La publication dans les circonstances présentes de l'ensemble de l'œuvre mathématique de G. Humbert, aura été une entreprise difficile, et M. Pierre Humbert et M. Gaston Julia ont dû se borner, avec l'appui qui ne fait jamais défaut de la Maison Gauthier-Villars, à reproduire ici les mémoires les plus beaux, les plus caractéristiques de cette œuvre

Ce premier volume contient douze mémoires relatifs aux courbes algébriques, et aux théorèmes d'Abel; ceux qui suivront comprendront les fonctions abéliennes et leurs applications et la théorie des nombres.

On ne trouvera donc ici que les mémoires suivants :

Sur les courbes de genre un; Application de la théorie des fonctions fuchsiennes; Etude des courbes algébriques; Sur quelques propriétés des aires sphériques; Sur le théorème d'Abel et quelques-unes de ses applications géométriques planes rectifiables sur les courbes algébriques; Sur une interprétation géométrique de l'équation modulaire pour la transformation du troisième ordre; Sur les polygones de Poncelet; Sur le Théorème d'Abel et quelques-unes de ses appliquations gémétriques; Expression de quelques aires sur le paraboloïde elliptique; Quelques propriétés des courbes algébriques planes ou gauches; Sur les arcs de courbes planes.

M. Painlevé, dans sa préface, dit que lorsque M. Humbert a commensé ses travaux, l'ère semblait close des découvertes géométriques qui, au XIX^e siècle, ont ajouté aux gloires de l'antiquité grecque les noms de Poncelet, Chasles, Poinsot. Affrontant des problèmes dont la complexité ne semblait devoir apporter que des réponses imparfaites et confuses, M. Humbert a obtenu des énoncés d'une parfaite beauté qui suffiraient pour réaliser sa noble ambition d'inscrire son nom parmi ceux des grands géomètres; tels les théorèmes sur les aires sphériques, sur les aires ellipsoïdales, sur les arcs de lemniscate, sur la surface desmique du quatrième ordre qui possède les propriétés angulaires du plan euclidien, mais non ses propriétés métriques.

Attiré par les vérités géométriques dont le caractère direct et synthétique correspond à la nature de son esprit, G. Humbert s'est attaqué aux propriétés des courbes, et des surfaces algébriques, armé de toutes les ressources de l'algèbre, de l'analyse moderne et de la théorie des fonctions.

Ceux des mathématiciens qui ressentent profondément la pure beauté d'une vérité mathématique quand elle a revêtu sa forme définitive goûteront un vif plaisir à la lecture des mémoires que nous devons être reconnaissants à la librairie Gauthier Villars d'avoir réunis sous une présentation conforme à la tradition de la Maison.

L. P.

***

Tables de l'Ellipsoïde de Référence international *adopté à l'Assemblée générale de Madrid, en* 1924, *dans les* **Systèmes de la division sexagésimale et centésimale de la circonférence**, *calculées sous la direction du Général* G. Perrier. — 2 *vol. in-8°, au Secrétariat de la Section de Géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationale,* 78, *rue d'Anjou, Paris-8^e, (Prix, reliés :* 75 *fr. et* 130 *fr.).*

La question d'un ellipsoïde de référence international, a été, pour la première fois, nettement posée dans une résolution adoptée le 9 mai 1922 par la 1re Assemblée générale de la Section de Géodésie de l'Union Géodésique et Géophysique internationale, tenue à Rome. Comme suite à cette résolution d'après les documents réunis par le Bureau de la section de Géodésie et sur sa proposition, la 2e Assemblée générale, réunie à Madrid, a adopté le 7 octobre 1924 un ellipsoïde de référence dont les éléments sont : Demi-grand axe $a = 6378388$ m.

Aplatissement $\alpha = \frac{1}{297,0}$.

Le secrétariat de la Section s'est fait un devoir de publier des tables de cet ellipsoïde. Les calculs ont été poursuivis sous la direction de M. le Général G. Perrier et ont été organisés et effectués dans leurs parties les plus importantes par M. Hasse, chef du bureau des calculs de la Section de Géodésie du Service Géographique de l'Armée Française, assisté d'autres calculateurs pour les interpolations.

Ces tables comportent les éléments suivants pour les diverses latitudes L espacées de minute en minute :

1° log. N à 10 décimales (N grande normale, rayon de courbure maximum dans la section normale perpendiculaire au plan méridien).

2° log. ρ à 10 décimales (rayon de courbure minimum dans la section normale méridienne.

3° log. $\sqrt{N\rho}$ à 10 décimales ($\sqrt{N\rho}$ rayon de courbure moyen).

4° log. $\frac{1}{2N\rho \sin 1''}$ à 6 décimales (log. du facteur de l'excès sphérique).

5° Les longueurs des arcs de parallèles d'une minute au 1/100e mm.

6° Les longueurs des arcs de méridien comptés depuis l'équateur jusqu'à la latitude L au mm.

Il reste à présent à désirer que non seulement dans les divers pays les nouvelles triangulations soient

rapportées à cet ellipsoïde, mais également les anciens travaux géodésiques.

L'œuvre considérable du Général Perrier et de ses collaborateurs facilite la tâche à entreprendre et ne peut qu'y engager les géodésiens.

L. POTIN.

2° Sciences physiques.

Houllevigne (L.). — **La Vie du Globe et la Science moderne.** — *1 vol. in-12 de 243 pages et 23 fig. Armand Colin. (Prix : 14 fr.)*

Ceci est un excellent volume de vulgarisation, dans le sens le plus élevé du mot, comme on devait l'attendre du savant professeur de l'université de Marseille.

Je n'étonnerai pas le lecteur en lui disant que maints axiômes scientifiques, qu'on lui enseignait comme des dogmes, il y a trente ans, sont relégués aujourd'hui dans le domaine de l'histoire et remplacés par des vues souvent diamétralement opposées, à commencer par ceci : que les notions scientifiques sont un perpétuel devenir et que nulle d'entre elles n'est autre chose qu'une image de la réalité conforme bien plus à nous-même qu'à la nature. Que n'a-t-on ressassé les pires banalités sur l'esprit primaire, opposé à l'esprit scientifique. Un mot aurait suffi : pour le primaire, le vrai est vrai en lui-même, on pensait ainsi dans la première moitié du XIXe siècle; pour l'homme de science, pour le savant contemporain, le vrai n'existe pas, le vrai n'est qu'une apparence, plus ou moins conforme à nous-même; d'aucuns ajouteront : au moins quand nous sortons de ce qui tombe immédiatement sous les sens.

C'est un peu, il me semble, ce qui se dégage de la très attrayante lecture de ce volume où nous apprenons comment on peut supputer l'âge de la terre, en comprendre le magnétisme, les mouvements, le rôle que joue l'océan dans la vie des êtres organisés, dans la climatologie; puis nous apercevons le point de vue actuel au sujet des marées, bien différent de ce qui fut si longtemps enseigné dans les collèges; les causes de la houle, que notre prise de possession du Maroc, où elle rendait toute vie commerciale impossible, nous contraignit à étudier de près pour en atténuer les effets, sont définies et nous apprenons comment sa prévision est entrée actuellement dans le domaine pratique. L'atmosphère, ses divisions, sa coloration, son rôle dans l'échange des radiations? Les rayons ultra-violets et leur action néfaste annihilée par la haute atmosphère? La constitution des étoiles filantes et la cause des traînées lumineuses qui nous les révèlent? Je laisse au lecteur les réponses : il les fera après avoir lu ce volume, et il verra ici combien les idées admises il y a quelques lustres sont changées aujourd'hui.

R. DE MONTESSUS DE BALLORE,
Docteur ès Sciences.

***

Lemoine (J.), *Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers*, et **Blanc** (A.), *Doyen de la Faculté des Sciences de Caen.* — **Traité de Physique générale et expérimentale.** *Tome Ier.* **Mécanique chaleur.** — *1 vol. in-8° de 861 pages et 711 figures. Librairie de l'*Enseignement technique. — *Paris*, 1930. (*Prix, broché : 100 fr.*).

Les récentes applications retentissantes des théories de la physique, l'emprise générale de cette science sur tous les domaines industriels, les hautes spéculations philosophiques auxquelles elle donne lieu, justifient peut-être le nombre immense d'ouvrages la concernant qui sont publiés. Mais en France tous les traités de Physique négligent à peu près le point de vue expérimental qui est pourtant le caractère essentiel de cette science. Si la mathématique est devenue par rapport à elle une science subalterne, la mathématique à son tour prend sa revanche : dans l'enseignement supérieur, dans l'enseignement technique lui-même, il ne s'agit plus d'autre chose que de physique mathématique; toute question même élémentaire est devenue l'occasion de développement mathématique et l'objet purement physique disparaît sous l'abondance des calculs.

Nous entendons bien que l'enseignement des Facultés ne peut guère aujourd'hui être autre, mais c'est là un enseignement supérieur d'ordre élevé et spécial. Doit-il en être de même dans nos lycées et collèges, dans les écoles techniques, même celles qualifiées de supérieures, et chargées de former des Ingénieurs? Certes, ceux-ci ne peuvent ignorer le calcul mathématique et ses applications aux théories physiques, mais ils doivent surtout être propres à expérimenter, à observer, à discuter, et critiquer, et ensuite, s'il le faut, à calculer. Ils sont aujourd'hui bien incapables de tout cela.

A ce point de vue se manifeste la supériorité de l'enseignement anglo-saxon et des publications de langue anglaise. Les Anglais, dont les élèves ne sont pas comme les nôtres des mathématiciens bien entraînés, savent cependant bien faire comprendre l'essentiel des choses et il n'en résulte pas pour cela un affaiblissement du niveau scientifique de l'Angleterre.

Il nous faut donc signaler, en dehors du magistral cours de M. Bouasse, comme se distinguant à ce point de vue des traités de physique auxquels nous sommes habitués, celui que se préparent à nous donner MM. Lemoine et Blanc, et qui comprendra 3 volumes, le 2e devant être consacré à l'acoustique et à l'optique, le 3e à l'électricité.

L'ouvrage a ses origines dans l'enseignement de l'un des auteurs au Conservatoire des Arts et Métiers. Or, cet enseignement est distribué à un auditoire où se distinguent d'un côté des jeunes gens intelligents et travailleurs, qui, depuis leur sortie de l'école primaire sont occupés dans des bureaux ou des usines; de l'autre on trouve des professeurs, des médecins, des retraités qui viennent là curieux de connaître les actualités de la technique et de la science et prendre une idée des théories les plus modernes.

Chez ces derniers la culture mathématique date de

loin, elle est oubliée, chez les autres elle est insuffisante. Pour tous, l'enseignement doit être expérimental; les appareils décrits doivent fonctionner devant eux pour être ensuite critiqués, afin de mieux faire comprendre leurs principes essentiels, ce qui n'empêche pas que les grandes théories doivent être rappelées et leur philosophie même exposée. C'est ce que se sont proposé les auteurs.

Quoique en raison de son caractère expérimental l'ouvrage évite autant que possible les calculs, ils sont cependant développés ou indiqués quand cela devient nécessaire pour comprendre la marche d'une démonstration, mais le lecteur pourra s'il le faut les laisser de côté sans pour cela perdre pied.

Ainsi cet ouvrage d'un caractère nouveau dans notre littérature grâce au développement donné à la description des expériences à son grand nombre de figures qui les réalisent pour le lecteur, peut exposer les théories les plus récentes, souvent difficiles, et faire comprendre la position actuelle de la physique.

Le 1er volume est consacré à la mécanique des solides, à l'élasticité, à l'hydrostatique, et l'hydrodynamique, à la capillarité, à la thermométrie, aux dilatations, à la calorimétrie, à la thermodynamique, à la théorie cinétique, au corps pur, à la conductibilité de la chaleur, aux moteurs thermiques.

L'ouvrage s'adresse au public qui veut apprendre ou continuer à apprendre, ou qui désire rappeler à sa mémoire la Physique un peu lointaine des premières études, et se mettre au courant des nouveautés et de son évolution. Mais l'ouvrage convient aussi surtout, aux ingénieurs spécialisés qui y retrouveront les principes qu'ils n'ont probablement pas assimilés sous leur forme théorique si éloignée des applications qu'ils ont à en faire chaque jour et les étudiants des Facultés, des grandes Ecoles à leur tour y trouveront un point de départ solide qui leur manque pour une étude mathématique de tel ou tel problème.

L. Potin.

*
**

Eddington, *Professeur d'Astronomie à l'Université de Cambridge.* — **La Nature du Monde physique.** *Traduction de* G. Cros. — *1 vol. in-8° de 342 p. (Prix : broché, 30 fr.). Payot, éditeur, Paris,* 1929.

Ce livre n'est autre chose, en substance, que le cours fait par l'auteur à l'Université d'Edimbourg, de Janvier à Mars 1927, et traite des conséquences philosopiques qu'ont entraînées les grands bouleversements scientifiques survenus à la suite de la théorie d'Einstein et de Minkovski sur l'espace et le temps, celle de Rutherford sur la matière, qui ont fait subir à la notion du monde physique plus de changements qu'il s'en était produit depuis Démocrite.

La théorie de la relativité et celle des quanta en particulier, ont conduit à de nouvelles conceptions du monde physique assez étranges. Les principes de la thermo-dynamique ont progressé plus graduellement mais ont aussi subi des transformations non moins profondes.

Les onze premiers chapitres du volume développent en grande partie les théories physiques nouvelles en indiquant les raisons qui ont conduit à leur adoption, et plus spécialement les conceptions auxquelles elles correspondent, contribuant ainsi à rendre plus nette les vues scientifiques actuelles sur l'univers et pour les points où elles sont incomplètes, à indiquer quelle direction les idées contemporaines paraissent prendre.

Les quatre derniers chapitres sont d'un caractère métaphysique au cours desquels l'auteur examine la position que devraient occuper les vues scientifiques dans les limites les plus étendues de l'expérience humaine, y compris la religion.

L'auteur a cherché à montrer que les développements scientifiques actuels fournissent aux philosophes de nouveaux matériaux, mais il ne s'est pas contenté de cela, et poussant plus loin, il a indiqué la façon dont il comprend la manière d'utiliser ces matériaux.

Les idées philosophiques exprimées ici, ne peuvent revendiquer l'attention que dans la mesure où elles dérivent directement de l'étude des travaux scientifiques modernes, et les idées générales que l'auteur a formulées, en dehors de cette impulsion strictement scientifique, l'ont conduit à un certain idéalisme du monde physique dont la conception est due aux recherches mathématiques concernant la théorie de la relativité.

Mais quelle note pessimiste termine ces pages! « De même, dit l'auteur, que les systèmes d'Euclide, « de Ptolémée, de Newton ont eu à leur tour leur « utilité, les systèmes d'Einstein et de Heisemberg « peuvent ouvrir la voie à quelque réalisation du « monde plus parfaite. Mais dans chaque révolution « des idées on met de nouvelles paroles sur de la « vieille musique... Plus ça change, plus c'est la « même chose. »

N'est-ce pas déjà ce que disait l'auteur dans *Espace, temps et gravitation*, traduction Rossignol, page 247? « Nous avons découvert l'étrange em- « preinte d'un pas sur le rivage de l'inconnu. Pour « expliquer son origine, nous avons bâti théories sur « théories, toutes plus ingénieuses les unes que les « autres. Nous avons enfin réussi à reconstituer l'être « qui laissa cette empreinte, et cet être, il se trouve « que c'est nous-mêmes. »

L'auteur a conservé, au cours de son ouvrage, le ton de la conversation qui n'est pas d'habitude le propre d'un long ouvrage, mais un auteur scientifique qui laisse systématiquement de côté les formules mathématiques c'est-à-dire son moyen d'exposition le plus clair et le plus familier, trouvera sans doute en échange près du lecteur quelque concession, puisque, comme nous le dit M. Eddington, certaines parties de son sujet étaient si difficiles en elles-mêmes que son seul espoir d'être compris était de les expliquer comme il se trouvait en face d'un auditeur.

Les chapitres purement scientifiques se liront avec un intérêt soutenu d'un bout à l'autre par tous les physiciens. Mais si le public cultivé pour lequel l'ou-

vrages été écrit peut entreprendre la lecture de ces pages qui ne renferment aucune expression mathématique, cela ne veut pas dire que le livre se lira aisément, car il y est abordé parfois certains arguments d'une difficulté considérable.

L. P.

3° Sciences naturelles.

Mitchell (H. H.) et **Hamilton** (T. S.), *Professeur et Professeur adjoint de Nutrition animale à l'Université d'Illinois.* — **The Biochemistry of the Amino-acids.** — 1 *vol. gr. in-8° de 619 pages, de la* Monograph Series de l'American Chemical Society, *Chemical Catalog C°, New York, 9 dollars 50 cents.*

Le beau volume que voici, faisant partie d'une collection de monographies déjà très riche et appréciée (47 volumes publiés), est assuré d'un accueil excellent de la part des biochimistes. Car ses auteurs y résument tout ce que l'on sait actuellement à l'égard de la bio-chimie des amino-acides, c'est-à-dire d'une des questions fondamentales du métabolisme animal. Les amino-acides sont des composés protéiques élémentaires qui par des combinaisons diverses entre eux forment les albumines, les diverses albumines. Les aliments albuminoïdes ingérés sont lysés en leur divers amino-acides composants, et en même amino-acides, absorbés par la digestion se combinent en albumine, dans l'albumine spécifique du consommateur. De nombreux problèmes se posent relativement à ces amino-acides. Chacun d'eux d'abord a sa constitution chimique particulière, ses caractères distinctifs, ses propriétés, qui permettent de le caractériser dans les substances protéiques. Il faut voir ensuite ce qui se passe quand un aliment albuminoïde pénètre dans les voies digestives, et quel est le résultat des opérations chimiques qui s'y passent : quels amino-acides se trouvent mis en liberté au cours des différents temps de la digestion, et de l'action des diverses protéases sur les protéines. Après avoir assisté à l'œuvre de dissociation des différents amino-acides composant une protéine, il faut voir ce qu'ils deviennent. L'œuvre de construction est à envisager après l'œuvre de désintégration et il faut suivre les processus par lesquels ces éléments différents d'une albumine séparés les uns des autres, sont ensuite rapprochés et réunis, en proportions nouvelles pour former l'albumine spécifique, différente de l'organisme prédateur. Ces amino-acides, absorbés par les villosités intestinales, et transmis à la circulation, vont s'intégrer à nouveau, et de nombreuses expériences font voir comment s'opère le processus.

Les amino-acides sont au nombre d'une dizaine. Les auteurs en exposant la constitution, suivent en détail le processus de la protéolyse, celui de l'absorption et de l'anabolisme, celui de la synthèse dans l'organisme. Après quoi, c'est le côté catabolique qui est envisagé : comment se forme l'urée, comment se comportent les acides résultant de la dé-amination, comment les amino-acides donnent-ils du sucre, etc? Les phases spéciales du métabolisme des divers amino-acides sont analysés en détail; puis est étudié l'effet dynamique spécifique des amino-acides, et les chapitres finaux sont consacrés au catabolisme et à la valeur nutritive des protéines, et aux valeurs protéiniques des aliments.

Le volume de MM. Mitchell et Hamilton constitue une forte substantielle contribution à l'étude de la nutrition animale. Bibliographie abondante qui rendra cette œuvre importante précieuse au chimiste et au physiologiste à la fois à qui elle présente une mise au point fort détaillée et raisonnée.

Henry de Varigny.

*
**

Kopp (A.), *Ingénieur agronome* — **Les Ananas. Culture. Utilisation.** *Encyclopédie biologique, VI.* — *1 vol. gr. in-8° de 284 p., 77 fig. dans le texte, avec préface de* M. Auguste Chevalier, *Professeur au Muséum d'Histoire naturelle de Paris (Prix : 65 francs), P. Lechevalier, éditeur, Paris,* 1929.

Cet ouvrage constitue un excellent guide pour les colons, les agriculteurs, les commerçants des pays chauds, et toutes les personnes qui s'intéressent à la culture et a l'utilisation des ananas. Son auteur y a rassemblé méthodiquement tous les renseignements qui peuvent leur être utiles. Il est divisé en quatre parties.

Dans la première l'ananas est étudié dans son milieu naturel : description botanique, origine, dispersion, variétés, sélection, physiologie, écologie, etc. Il faut remarquer que les formes primitives sauvages, à peine comestibles, ont été modifiées profondément par la culture en vue de servir à l'alimentation.

Dans la deuxième partie l'auteur expose, en détail, tout ce qui se rapporte aux différents modes de culture de l'ananas dans les régions tropicales, les serres, les abris, les Açores, et ses maladies et ennemis. Notons, par exemple, la façon ingénieuse et économique employée à Hawaï, qui consiste à recouvrir le sol de larges bandes de papier-carton qui ont pour but d'empêcher la croissance des mauvaises herbes, de diminuer l'évaporation de l'eau, et de modérer les variations de température. Les plants d'ananas sont plantés en bordure des couvertures. En Guinée, on paille seulement le sol.

La troisième partie est consacrée à l'utilisation des ananas : fruits frais, fabrication des conserves, sous-produits, fibres des broméliacées.

Enfin, dans la quatrième partie, M. Kopp envisage la face économique du problème de l'ananas : pays producteurs, consommation mondiale, importation française, etc. Sa culture peut être faite dans presque toutes les régions tropicales, mais les grands centres sont Singapour et les îles Hawaï. Nos colonies ne fournissent qu'une partie de notre consommation, moins d'un sixième pour les conserves. L'auteur discute les conditions dans lesquelles la culture des ananas pourrait s'y développer davantage et le régime des douanes, questions d'ailleurs fort complexes.

Une abondante bibliographie termine cet intéressant ouvrage, étude complète de tout ce qui concerne les ananas, soigneusement édité, et illustré de belles gravures qui en rendent la lecture facile et agréable.

Dr G. D.

4° Art de l'ingénieur.

Tartinville (J.), *Ingénieur E.C.P., Directeur de la Société d'Electricité du littoral normand.* — **Comptage de l'énergie électrique en courants alternatifs.** — *1 vol. de* VIII-152 *pages, 118 figures. Dunod, éditeur. Paris,* 1929. (*Prix, broché :* 35 *fr.* 50).

Si le premier devoir d'un producteur distributeur d'énergie électrique doit être de rechercher les meilleures conditions de production économique dans le but de permettre la diffusion dans les meilleures conditions d'un produit de première nécessité, son second devoir doit être de donner toute la rigueur possible à ses transactions par l'adoption de dispositifs précis de comptage.

Certes un compteur d'énergie n'est pas un appareil parfait; des inexactitudes de 3 % sont courantes et leurs conséquences ne peuvent être négligeables, qu'il s'agisse soit d'une fourniture importante, soit d'un grand nombre de modestes fournitures; cependant il ne faut pas accuser immodérément les compteurs électriques appelés à mesurer l'énergie depuis le 1/100e ou 1/200e de leur charge jusqu'à 125 % leur capacité nominale, et qui reste soumis à des variations de tension, de fréquence, de facteurs de puissance.

Il leur est donc difficile de présenter dans toutes les circonstances le même degré de précision.

La précision d'un compteur pour l'enregistrement de faibles courants est aussi importante que la précision à pleine charge, car dans les installations domestiques 40 à 50% du courant consommé passent par des compteurs sous un débit d'environ 1/5 à 1/10 de leur capacité et ces conditions défectueuses sont encore plus accentuées dans certaines installations intéressant des accessoires de faible consommation, tels que lampes veilleuses, transformateurs de sonnerie, etc...

Cela porte un préjudice sérieux aux distributeurs d'énergie qui se trouvent incapables de mesurer les faibles quantités d'énergie dont il s'agit dans l'état actuel de la conception et de la construction des compteurs.

Aussi l'étude actuelle vise-t-elle à exposer les imperfections des compteurs, à guider pour le choix et l'affectation de ces appareils, puis à donner les règles du contrôle qu'il est indispensable d'effectuer. Mais elle est limitée à celle du comptage de l'énergie en courants alternatifs et comprend les chapitres suivants :

I. Définition et mesure de l'énergie électrique;

II. Compteurs d'induction;

III. Principes du comptage. Energie active. Energie réactive;

IV. Transformateurs de mesure;

V. Comptage avec transformateurs réducteurs. Comptage à haute tension. Vérification des erreurs de montage;

VI. Fraudes;

VII. Surveillance des compteurs; choix, affectation, surveillance, entretien et étalonage;

VIII. Compteurs spéciaux.

Les services techniques des compagnies de distribution, l'administration et les constructeurs d'appareils tireront un utile profit de la consultation de ce volume.

F. Michel.

5° Géographie.

Chevalier (Marcel), *Ancien Préparateur de Géographie physique à la Sorbonne, Chargé de Mission du Ministère de l'Instruction publique en Espagne et Collaborateur aux Services géographique et géologique de Catalogne.* — **Aspects physiographiques de l'Espagne. Les paysages catalans. Leurs aspects, leur structure et leur évolution.** — *Avec préface de* M. Agustin Marin y Bertran de Lis, *Ingénieur des Mines, Directeur du Service de la Carte géologique d'Espagne (Région N.-E.). — 1 vol. in-8° de* 172 *p., avec* 32-XVI *pl. Librairie scientifique Albert Blanchard, Paris,* 1929.

M. Marcel Chevalier, qui a déjà publié de nombreux ouvrages très érudits concernant la géologie de la Catalogne, s'est proposé, dans ce nouveau, de mettre en relief tous les traits de beauté pittoresque qu'offre cette région montagneuse, et de bien exposer tous les caractères géologiques que présentent ces magnifiques paysages; il fait nettement ressortir comment les formations naturelles du sol ont successivement amené par leurs mouvements les aspects grandioses et variés des sites de Catalogne.

Après un aperçu d'ensemble sur les éléments du paysage naturel de la Catalogne, l'auteur décrit successivement les traits qu'offrent à la vue du voyageur les diverses zones de ce pays, lesquelles se présentent avec des caractères nettement distincts, et il expose les formations géologiques qui, en s'y produisant, ont laissé leurs traces visibles par les terrains et par leur influence sur les aspects divers de ces régions.

Pour déterminer nettement les principaux types des paysages divers de la Catalogne, l'auteur fait intervenir l'action des ridements orogéniques en montrant à quelle formation géologique ils se rattachent, puis les conséquences de la composition lithologique du sol, l'influence du climat et des agents de l'atmosphère, enfin tous les éléments qui ont agi sur la construction et le modelage du sol, et par suite sur tous les aspects de la surface terrestre, tels qu'on les voit aujourd'hui.

Nous trouvons dans l'ouvrage une description détaillée et scientifiquement expliquée des paysages montagneux de toute la zone pyrénéenne proprement dite, puis des sierras, plus au sud, dont l'auteur retrace les caractères spéciaux et les aspects.

Puis l'auteur passe ensuite en revue, en présentant de même des exposés explicatifs de leur formation naturelle, les vieilles montagnes hercyniennes, les paysages des grandes plaines, ceux des rivages maritimes, les paysages volcaniques ceux des rivières et les paysages lacustres.

En résumé, l'étude de M. Chevalier a été un exposé très instructif de la structure naturelle actuelle des paysages de toute la zone pyrénéenne de la Catalogne et de leur évolution physiographique au cours des âges géologiques. L'ouvrage se termine par une bibliographie énumérant tous les travaux scientifiques se rapportant à la région et toutes les cartes ayant au même point de vue une valeur scientifique réelle.

G. REGELSPERGER.

*
**

Perrot (Em.), *Professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris, Membre des Académies de Médecine, d'Agriculture et des Sciences coloniales, Président du Comité interministériel des Plantes médicinales et à essences, Directeur de l'Office national des Matières premières végétales.* — **Sur les Productions végétales indigènes ou cultivées de l'Afrique Occidentale Française (Sahara, Soudan nigérien, Haute-Volta, Guinée).** *Rapport sur la mission confiée par MM. les Ministres de l'Instruction publique, des Colonies, du Commerce, l'Office des Matières premières et l'Association Colonies-Sciences. Octobre* 1927-*janvier* 1928. — *Préface de* M. le Gouverneur général honoraire E. ROUME. *1 vol. in-8° de* 468 *p., avec* 23 *pl. et* 2 *cartes. Imprimerie L. Declume, Lons-le-Saunier,* 1929.

M. Emile Perrot, dont sont très réputées les hautes connaissances scientifiques sur tout ce qui se rattache à la botanique et à la mise en valeur de tous les produits végétaux, vient de publier un très important ouvrage où il a donné de précieux et savants détails sur toutes les richesses botaniques de l'Afrique Occidentale Française, au retour d'une longue et importante exploration qu'il y a accomplie. Comme l'a fort justement fait ressortir M. E. Roume dans la Préface, M. le Professeur Em. Perrot, sous le titre modeste de *Rapport de Mission*, a apporté une importante et très utile contribution à la connaissance de toutes les matières premières, indispensables à l'économie générale que possède notre grande colonie.

Dans une première partie, l'auteur décrit un ensemble de tout ce que l'on voit au point de vue végétal dans l'Afrique Occidentale Française. Il présente ensuite toutes ses énumérations et descriptions par colonies successivement et il rend visibles toutes les conditions de mise en valeur favorable qui se présentent surtout dans telle ou telle zone.

Dans une deuxième partie, qui est de beaucoup la plus longue, M. Perrot donne de très nombreux détails sur les plantes utiles indigènes ou cultivées du Soudan et de la Guinée, et il insiste davantage sur toutes les plus importantes. Ce sont des études de haut intérêt tant au point de vue scientifique que de la mise en valeur des productions végétales. Nous ne pouvons bien entendu citer toutes les nombreuses espèces de plantes qui sont étudiées pour assurer leur parfaite mise en valeur, mais nous en signalons quelques groupes seulement sur lesquels plus de détails sont donnés à raison de leur haute valeur économique comme le coton et les autres textiles, les plantes à matières grasses, les plantes médicinales, puis celles à parfum, alimentaires, fourragères, mais nous ne donnons là qu'un aperçu restreint. D'ailleurs, la preuve en est que la table des matières, où sont portés les noms de plantes et de produits, a une étendue de 6 pages, ayant chacune 2 colonnes.

Dans une troisième partie de l'ouvrage sont présentées d'importantes considérations générales sur toutes les conditions pouvant venir assurer une mise à profit de plus en plus favorable de toutes les richesses de la grande colonie. L'auteur étudie à ce sujet tout ce qui se rattache à la population, l'outillage, la production, et il se trouve ainsi amené à entrevoir ce que peut être l'avenir grâce aux améliorations des conditions de vie des indigènes, des voies de pénétration et de transport, puis il fait ressortir toute l'importance qu'offrent les recherches scientifiques.

G. REGELSPERGER.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 Octobre 1929.

1° Sciences mathématiques. — M. **Herbrand** : *Sur le problème fondamental des Mathématiques.* — M. **J.-A. Lappo-Danilevski** : *La généralisation de la formule de Jaccobi, concernant le déterminant, formé des solutions d'un système d'équations différentielles linéaires.* — M. **A. Andronow** : *Les cycles limites de Poincaré et la théorie des oscillations auto-entretenues.* — M. **A. Tsortsis** : *Sur une méthode d'intégration des équations de Monge.* — M. **Victor Valcovicci** : *Généralisation du théorème des moments des quantités de mouvement.* — M. **N. Théodoresco** : *Sur une formule généralisant l'intégrale de Cauchy et sur les équations de l'élasticité plane.* — M. **André Argand** : *A propos de l'étude du mouvement plan irrotationnel des fluides incompressibles en régime permanent.* — M. **Marcel Prot** : *Sur le calcul des traverses en béton armé.* — M. **William Loth** : *Guidage magnétique des aéronefs et aérodromes de sécurité.*

2° Sciences physiques. — M. **Léon Guillet** et **Ballay** : *La corrosion des alliages d'aluminium dans la vapeur d'eau surchauffée.* — M. **Maurice Lambrey** : *Sur le spectre d'absorption de l'oxyde azotique.* — M. **P. Chevenard** : *Limite de solubilité du cuivre dans les ferro-nickels réversibles.* — M. **Paul-Rémy Cenneté** : *Sur la dissociation de l'hydrure de calcium* H^2Ca. — M. **B Bogitch** : *Sur l'oxydation et la réduction des silicates de fer par les gaz.* — M. **Maurice François** : *Etude de la dissociation des composés* $HgBr^2$, $2\,NH^3$ *et* $HgCl^2$, $2\,NH^3$. — M. **A. Pereira Forjaz** : *Contribution à l'étude des procédés Müntz sur la nitrification.*

3° Sciences naturelles. — M. **Marin Molliard** : *Deux exemples nouveaux de caractères morphologiques dépendant des conditions extérieures.* — M. **L. Mercier** : *La chétotaxie de l'aile de* Limonisa pusilla *Meig. du point de vue des caractères sexuels secondaires.* — M. **Brocq-Rousseu**, Mme **Z. Gruzewska** et M. **G. Roussel** : *Influence de la concentration ionique du milieu sur l'activité de l'amylase du sérum de cheval.* — M. **Paul Génaud** : *Les échanges d'ions entre cellules de levures et solutions de nitrate de plomb.* — **A. Policard, S. Doubrow** et **M. Bouchalat** : *Sur le mécanisme de la silicose pulmonaire. Influence sur les cellules cultivées* in vitro *des poussières siliceuses provenant du travail au rocher dans les mines de houille.* — MM. **Georges Blanc** et **J. Caminopetros** : *Quelques données expérimentales sur le virus de la dengue.*

Séance du 21 Octobre 1929.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Fournier** : *Remarques sur le guidage magnétique de navires.* — M. **Eugène Slutsky** : *Sur l'erreur quadratique moyenne du coefficient de corrélation dans le cas des suites des épreuves non indépendantes.* — M. **E. Bompiani** : *Les tétraèdres invariants par applicabilité projective attachés aux points d'une surface.* — M. **Chevalley** : *Sur la théorie des idéaux dans les corps algébriques infinis.* — M. **Jacques Chokhate** : *Sur les intégrales de Stieltjes.* — M. **Krawtchouk** : *Sur une généralisation des polynomes d'Hermite.* — M. **Georges Valiron** : *Sur les fonctions algébroïdes méromorphes du second degré.* — M. **Henri Cartan** : *Sur la dérivée par rapport à log r de la fonction de croissance T (r ; f).* — M. **Podtiaguine** : *La régularité des fonctions à croissance très rapide et très lente.* — M. **D. Riabouchinsky** : *Sur la détermination d'une surface d'après les données qu'elle porte.* — M. **A. Lapresle** : *Nouveau principe d'établissement des grandes souffleries aérodynamiques.*

2° Sciences physiques. — M. **A. Cotton** : *Actions de la lumière polarisée sur certaines plaques photographiques préparées à partir de solutions d'argent colloïdal.* — M. **E. Mathias** : *Contribution à l'étude de la matière fulminante. Abaissement de sa tension superficielle par des impuretés.* — M. **Charles Dhéré** : *Dispositif permettant de compenser les variations d'intensité lumineuse résultant, dans le spectre, du mode de dispersion par les prismes.* — M. **D. Rosenthal** : *Vérification de la résistance des soudures sans destruction de l'assemblage par une méthode extensométrique.* — MM. **Pauthenier** et **Mallard** : *Contribution à l'étude du champ cylindrique dans l'air ionisé à la pression ordinaire.* — MM. **A. Kling** et **Lassieur** : *Sur l'exposant d'hydrogène de l'eau.* — M. **Auguste Le Thomas** : *Influence de la structure de la fonte sur les altérations subies aux températures élevées.* — MM. **P. Job** et **Liou Oui Tao** : *Sur les sulfates acides cobaltiaquopentammoniques et diaquotétramoniques.* — M. **Ch. Bedel** : *Sur la catalyse de la solubilité du silicium dans l'acide fluorhydrique et l'influence de la trempe.* — MM. **L. Bert** et **M. Anglade** : *Sur une nouvelle méthode de synthèse du propylbenzène, du propénylbenzène et de leurs homologues.*

3° Sciences naturelles. — M. **E.-L. Bouvier** : *Sur le classement et la distribution géographique des Saturnioïdes hemilencidiens de la sous-famille des Automerinés.* — M. **Maurice Fontaine** : *De l'action des fortes pressions sur la respiration des algues.* — M. **Aug. Chevalier** : *Sur l'envahissement des bouches de l'Adour et de la Bidassoa par le* Spartina glabra *Muhlb. et sur la variabilité de cette espèce.* — M. **Raymond-Hamet** : *Spartéine et hordénine.*

Séance du 28 Octobre 1929.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Herbrand** : *Recherche des solutions bornées de certaines équations fonctionnelles.* — M. **P. Dubreil** : *Quelques compléments au théorème de Nœther.* — M. **J.-A. Lappo Danilevski** : *Les expressions explicites des invariants d'un groupe de monodromie d'un système d'équations différentielles linéaires à coefficients rationnels arbitraires.* — M. **André Roussel** : *Primitive généralisée d'une fonction.* — M. **Victor Valcovici** : *Généralisation du*

théorème de l'énergie. — M. **Joseph Pérès** : *A propos du problème fondamental de la théorie des tourbillons.* — M. **William Loth** : *Au sujet du guidage des navires ou aéronefs par ondes dirigées.*

2° Sciences physiques. — M. **A. Cotton** : *Sur le problème de la synthèse asymétrique, et sur les actions combinées de la lumière polarisée et d'un champ magnétique sur certaines plaques photographiques.* — M. **Georges Claude** : *Sur les premiers essais de réalisation à Cuba d'une usine Claude-Boucherot.* — MM. **Pierre Weiss** et **R. Forrer** : *Sur l'aimantation à saturation des ferrocobalts et les moments atomiques du fer et du cobalt.* — M. **L. Décombe** : *Le mécanisme de l'émission de l'expérience de Melde.* — M. **Paul Jayles** : *Sur la chloruration électrolytique du benzène en milieu méthylique.* — MM. **M. Laporte** et **L. Goldstein** : *Sur l'activation dans les gaz rares.* — MM. **A. Gillet** et **D. Guirchfeld** : *Sur l'existence d'un équilibre chimique dans l'autoxydation.* — MM. **René Dubrisay** et **Albert Saint-Maxen** : *Sur l'autoxydation de l'hydroquinone.* — Mme **Ramart-Lucas** et M. **J. Hoch** : *Stabilité comparée des stéréoisomères éthyléniques et synthèses par l'ultraviolet.* — M. **Gaston Rapin** : *Action de quelques bi-oxydes sur des solutions aqueuses, très diluées, de permanganate.* — MM. **L. Palfray** et **B. Rothstein** : *Sur les dérivés halogénés du cyclohexanediol-1.4 (quinite).* — M. **A. Pereira Forja** : *Spectrochimie des eaux minérales portugaises. L'eau de Cambres.* — MM. **Daniel Chalonge E. W. Paul Gotz** : *Mesures diurnes et nocturnes de la quantité d'ozone contenue dans la haute atmosphère.*

3° Sciences naturelles. — M. **A. Guillaume** : *Des pertes en alcaloïdes au cours de la dessiccation des plantes dans des conditions variées.* — M. **Jules Amar** : *Le coefficient hémopnéique et ses applications.* — M. **F. Obaton** : *Existe-t-il un rapport entre la nature des glucides du* Sterigmatocytis nigra *et celle des sucres qui lui sont fournis ?* — MM. **H. Pénau** et **G. Tanret** : *Sur le pouvoir mercuro-réducteur de l'urine normale.* — MM. **R. Fosse, A. Brunel, P. de Græve** : *Sur l'allantoïnase et l'origine de l'acide allantoïque chez les végétaux.* — M. **G. Ramon** : *Sur la production d'une toxine diphtérique très active.*

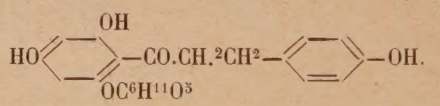
ACADEMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 4 Juillet 1929.

1° Sciences mathématiques. — Mlle **Hélène Reschovsky** : *Sur des courbes rationnelles.* — M. **G. Nœbeling** : *Sur la représentation conforme du cercle sur des courbes régulières.* — M. **H. Hornich** : *Sur le rapport à deux degrés.* — M. **W.-L. Ayres** : *Sur des courbes fermées dans les espaces de Peano.* — M. **W.-L. Ayres** : *Sur la densité des points de coupure et des points terminaux.*

2° Sciences physiques. — MM. **W.-J. Müller** et **K. Konopicky** : *Sur l'effet motoélectrique* (voir Chronique et Correspondance). — M. **Ed. Haschek** : *Spectroscope à réseau plan avec tambour de longueurs d'onde.* L'auteur décrit un spectroscope à autocollimation et un instrument pour la photographie, dans lesquels un dispositif mécanique simple permet la détermination du sinus de l'angle de déviation et par suite de la longueur d'onde de la ligne spectrale mise au point. — M. **H. Schober** : *Sur la coloration par le rayonnement du radium des cristaux de sel gemme étirés sous l'eau et chargés au delà de la résistance normale à l'arrachement.* Joffé a signalé la grande augmentation de résistance des cristaux ainsi traités. L'auteur montre, par ses essais de coloration avec le rayonnement γ du radium, que l'intérieur du cristal subit dans ce cas une modification, qualitativement analogue à celle que Smekal a signalée dans la déformation plastique. — M. **H. Mache** : *Sur la diffusion et le passage des gaz dans les liquides. I. Solution et croissance de bulles d'air dans l'eau* (voir Chronique et Correspondance). — M. **K. Przibram** : *Schema des phénomènes de coloration chez le sel gemme.* — MM. **A. Klemenc** et **E. Hayek** : *Etude des constantes de dissociation de l'acide nitreux.* Révision de la constante déterminée une seule fois par Schumann. Les auteurs trouvent pour $[H^+]\ [NO^2']\ /\ [HNO^2]$, à 8°, $K = 3{,}2\ (+\ 0{,}3).\ 10^{-4}$, et à 30°, $K = 6{,}0\ (+\ 0{,}6).\ 10^{-4}$. — M. **A. Klemenc** et Mlle **E. Spitzer** : *La solubilité de l'oxyde d'azote dans CCl^4, le benzène et le nitrobenzène.* Dans les deux premiers solvants, le coefficient de solubilité d'Ostwald l augmente avec la température ; dans le troisième, il est indépendant de la température. — M. **Ph. Gross** : *Sur la théorie de l'action du sel.* L'auteur montre qu'en général il n'existe pas de rapport explicite entre les coefficients d'activité et la vitesse de réaction. L'influence réciproque des ions provoque une diminution marquée de l'effet électrique de désalure. — MM. **L. Schmid** et **M. K. Zacherl** : *Mesures de conductibilité dans l'ammoniac liquide.* Les auteurs ont exécuté ces mesures avec l'inuline, le glycogène, la mannite et le glucose. Les résultats montrent qu'au point de vue de la conductibilité, les solutions de ces corps ne se différencient en aucune manière du solvant. On peut en tirer des conclusions sur la structure micellaire des polysaccharides. — M. **O. Halpern** : *Notice sur la théorie des phases dans la thermionique.* L'auteur étudie les recherches théoriques et expérimentales sur la modification de l'émission électronique aux points de transformation et la relation de ce phénomène avec le potentiel de contact de Volta. Il traite la question du point de vue de la théorie des phases et montre que les nouvelles expériences sont tout à fait d'accord avec les théorèmes de la Thermodynamique. — M. **F. Sigmund** : *Sur l'action catalytique de la mousse et de l'oxyde de platine dans l'hydrogénation.* L'auteur a étudié l'activité catalytique de $PtO^2.2H^2O$ recommandé par Adams et Shriner. PtO^2 brun, dans sa transformation en noir de platine, qui est le vrai catalyseur, consomme H correspondant à 2 atomes d'O. Ce noir de platine ne semble pas constituer un oxyde de Pt inférieur, comme le croient les auteurs américains, mais du platine qui doit son activité, comme la mousse de Pt, à une teneur en oxygène actif qui ne consomme par elle-même aucune quantité mesurable de H. Dans les essais comparés d'hydrogénation, ce noir de Pt s'est montré environ 3 fois plus actif que la mousse de Pt, en employant comme solvant

une partie d'acide acétique et deux d'alcool. — MM. **E. Beutel** et **A. Kutzlnigg** : *Action du chlorure de fer sur le zinc.* — MM. **L. Moser** et **W. Reif** : *Détermination des métaux rares et leur séparation d'autres métaux.* XVI. *Séparation du thallium des métaux tri- et tétravalents.* On peut séparer Tl de Pb, son compagnon habituel, en précipitant le second à l'état de phosphate en présence d'acide sulfosalicylique ; cette méthode peut aussi servir à séparer Mn de Tl. Pour séparer Tl des sesquioxydes on peut : soit précipiter Tl (I) à l'état de chromate en présence de NH^3 et d'acide sulfosalicylique, soit hydrolyser les métaux trivalents par le nitrite d'Am et l'alcool méthylique. On peut encore, en formant les complexes ammoniacaux de Zn, Cd, Ni, Co, précipiter le chromate de Tl en leur présence, et séparer Tl de Mo et de Tu par le même moyen. — MM. **L. Moser** et **W. Blaustein** : *Id.* XVII : *La précipitation du tungstène par le tanin et l'antipyrine et sa séparation des métaux tri- et bi-valents.* Les auteurs montrent que l'acide tungstique est précipité par le tanin à l'état de composé d'adsorption susceptible d'une détermination quantitative après l'élimination de l'excès de tanin par l'antipyrine. On peut utiliser cette méthode pour séparer le tungstène des autres métaux et de l'acide silicique. — MM. **C. Mayr** et **G. Burger** : *La titration potentiométrique de l'ion mercureux avec l'oxalade d'Am et son emploi à la détermination du chromate.* On peut déterminer l'ion mercureux par titration potentiométrique avec l'oxalate d'Am, soit en établissant la courbe du potentiel de titration, soit par le potentiel de revirement. Cette méthode permet la détermination quantitative de l'ion chromate, celui-ci étant précipité par le nitratre mercureux à l'état de $Hg^2O.6Hg^2CrO^4$. — MM. **F. Hecht** et **W. Reich-Rohrwig** : *Détermination de l'uranium et du thorium au moyen de la 8-oxyquinoline.* L'uranyl-8-oxyquinoline $UO^2(C^9H^6NO^2)^2.C^9H^7NO$ se prête mieux qu'aucun autre composé à la détermination quantitative de l'U, à cause de sa teneur relativement faible en U, de ses avantages pour la filtration et le lavage, et de la constance de poids parfaite qu'on atteint par séchage à 105°. La 8-oxyquinoline se prête aussi à la précipitation et à la détermination quantitative de Th, mais cette dernière n'a pas d'avantage sur la calcination de l'oxalate en oxyde ; aussi on peut calciner le composé avec l'oxyquinoline pour le transformer en oxyde. — MM. **A. Muller** et **H. Wachs** : *Synthèse de l'α-éthylpyrrolidine.* Ce corps a été obtenu par action de la *p*-toluènesulfamide sur le 1,4-dibromo-*n*-hexane. C'est lui qui forme la majeure partie de la base obtenue par Schmidt en chauffant le chlorhydrate d'hexaméthylènediamine. — M. **E. Mosettig** et Mlle **L. Jovanovic** : *Action du diazométhane sur les cétones aromatiques.* Parmi les phénylméthylcétones, l'acétopipérone ne réagit pas, l'acétovératrone et l'acétophénone presque pas avec le diazométhane. Les benzylméthylcétones réagissent avec le diazométhane, mais beaucoup plus lentement que les aldéhydes, avec formation d'oxydes d'éthylène asymétriques. — MM. **E. Spath** et **O. Schmidt** : *La constitution de la pseudobaptisine.* La pseudobaptisine est un glucoside, où un disaccharide formé de rhamnose et de glucose est lié à la pseudobaptigénine, qui est une isoflavone. — M. **R. Seka**, Mlle **G. Schreckental** et M. **P.-S. Heilperin** : *Etude des synthèses de la pyridanthrone et de l'anthracoumarine.* II. Etude de la synthèse des pyridanthrones aux dépens des acides 3-phénylpropiolylaminobenzoïques et de la possibilité de leur substituer les acides 3-cinnamoylbenzoïques. Les oxyanthracoumarines insolubles peuvent être purifiées au moyen de leurs dérivés acétylés bien cristallisés. — M. **E. Zerner** et Mlle **H. Gollhammer** : *Sur la diphényloxyacétaldéhyde.* La phénylhydrazone de cette aldéhyde, synthétisée à partir du chlorure de l'acide acétylbenzylique, fournit la phénylhydrazone de la diphénylcétone quand on la fait bouillir avec l'acide sulfurique dilué. — MM. **F. Feigl** et **A. Bondi** : *Sur l'aptitude à la réaction de l'iode dans les solvants organiques.* II. Les solutions *brunes* d'iode dans l'éther réagissent avec l'Ag-saccharine en suspension en formant AgI, tandis que les solutions violettes dans CS^2 réagissent très peu. Mais si l'on ajoute à ces dernières de petites quantités des substances qui font passer les solutions violettes au brun, celles-ci deviennent extraordinairement actives. Ces activateurs agissent en formant avec I des combinaisons d'addition, exerçant une sorte de catalyse. — MM. **G. Sachs** et **K. Furst** : *Contribution à l'étude du nitrobenzène mercuré.* L'*o*-nitrophénylmercure, réduit par l'hydrosulfite de Na, fournit un *oo'*-dinitrodiphénylmercure différent de celui déjà connu. — MM. **F. Wessely** et **K. Sturm** : *La constitution de la phlorrhizine.* Les auteurs montrent que ce corps possède la constitution :



— M. **Ad. Frank** : *Sur le raccourcissement de l'anneau dans la formation d'éthers (oxydes) internes des glycols.* Le 1-10-décanediol, bouilli avec H^2SO^4, fournit un oxyde $C^{10}H^{20}O$, dont le dibromure peut être transformé, par l'intermédiaire du diacétate, en 1.5 décanediol. — MM. **R. Dworzak** et **W. Prodinger** : *Sur les produits de la bromuration de l'aldéhyde isobutyrique.* — MM. **F. Faltis** et **F. Kloiber** : *Sur les dérivés de l'acide hémipinique.* — MM. **K. Brunner** et **H. Moser** : *Sur une formation accidentelle de la 1-phényl-5-méthyl-3-pyrazolone.* On l'obtient en préparant l'oxindol par chauffage de l'acétylphénylhydrazide avec la chaux quand on élève trop la température.

L. B.

SOCIETE ROYALE DE LONDRES

Séance du 7 Novembre 1929.

M. **H. E. Roaf** : *L'absorption de la lumière par les globules colorés de la rétine de la Poule domestique.* L'auteur a étudié à l'aide d'une microspectroscope les radiations lumineuses qui ont traversé les globules colorés de la rétine ; il a photographié les spectres ainsi obtenus et a mesuré les longueurs d'onde des radiations absorbées. — M. **R. G. Tomkins** : *Etudes sur la croissance des moisissures.* L'auteur a étudié l'influence de différents facteurs physico-chimiques (humidité, température, substances nutritives) sur la germination de

certains Champignons cultivés sur le sol. — M. **R. H. Stoughton** : *La morphologie et la cytologie de* Bacterium malvacearum *E. F. S.* Cette étude a été faite en utilisant une technique de coloration sans chauffage ni dessiccation des préparations ; de cette façon a été mis en évidence, dans la région centrale des Bactéries, un corpuscule fortement chromatique que l'on pourrait considérer comme un noyau. De plus l'auteur a observé deux stades de développement de l'organisme étudié : 1° de petits granules fortement colorables, probablement identiques aux « gonidies » des auteurs ; 2° des formes sphériques, ressemblant à des coccus, apparaissant par bourgeonnement de bâtonnets dans des cultures âgées ; un corpuscule analogue à un noyau a été découvert à l'intérieur de ces coccus. — M. **E. C. Smith** : *Sur la coagulation du plasma musculaire.* Description des propriétés du liquide que l'on extrait du muscle par pressuration. — M. **S. L. Hora** : *Sur l'écologie, la bionomie et l'évolution de la faune torrenticole, avec considérations sur les organes d'accrochage.* H. décrit les adaptations parfois très remarquables que présentent les animaux torrenticoles. — M. **R. N. Mukergi** : *Effet des rayons X sur la spermatogénèse de* Lepisma domestica. Les corpuscules de Golgi des spermatocytes s'approchent du noyau, se gonflent puis se fusionnent ; parfois il y a formation précoce du granule acrosomique. Les mitochondries et leurs dérivés, les « Nebenkerne », subissent des altérations variées dans les spermatides. Le système vacuolaire demeure normal ; les cellules nourricières ne présentent aucun changement appréciable. — MM. **G.-B. Gatenby, R.-N. Mukerji et Sylvie Wigoder** : *L'effet des rayons X sur la spermatogénèse* d'Abraxas grossulariata. Au bout de six heures, les mitochondries de nombreuses cellules se gonflent ; au bout de seize heures, les éléments de Golgi viennent se placer au voisinage du noyau des spermatocytes, coiffent celui-ci puis s'en éloignent pour former des sphères volumineuses disséminées dans le cytoplasme ; ces sphères contiennent un grain acrosomique, et sont résorbées au bout d'une vingtaine d'heures. Il n'a été observé aucune mitose anormale, même après 37 heures d'exposition.

R.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 26 Octobre 1929.

M. **E.-E. Ivanow** : *Influence du liquide prostatique sur la respiration des spermatozoïdes.* 1° Dans le liquide prostatique, une partie des spermatozoïdes, après une courte période d'excitation, perd assez vite son pouvoir agressif et seul un pourcentage relativement faible conserve une motilité excessivement énergique durant une période plus ou moins longue. 2° La diminution de l'absorption d'oxygène par les spermatozoïdes est parallèle à la diminution du nombre de spermatozoïdes possédant des mouvements énergiques et à l'augmentation du nombre de spermatozoïdes immobiles. 3° En rapport avec ceci, la quantité totale d'oxygène absorbé par les spermatozoïdes dans leur milieu naturel est considérablement plus faible que celle absorbée par la même quantité de spermatozoïdes en suspension dans une quantité équivalente de liquide prostatique bouilli. — Mme **L. Randoin** et M. **R. Lecoq** : *Equilibre alimentaire et laits artificiels.* 1° Même en prenant comme réactif un animal extrêmement sensible, tel que le Pigeon, il est possible de réaliser des rations, ou laits artificiels, se rapprochant de la constitution de laits naturels (de Femme, de Vache, de d'Anesse). 2° De tels laits artificiels, dépourvus de vitamines B, ne peuvent être complétés et équilibrés que si on leur ajoute, sous forme de levure de bière, des doses relativement faibles de ces vitamines B ; avec de fortes doses quotidiennes on obtient des résultats moins satisfaisants. 3° Lorsque le glucide de la ration est du *lactose*, il semble bien que l'équilibre alimentaire ne puisse se réaliser que dans des limites très strictes, et, spécialement, en présence d'une quantité optimun de vitamines B. — M. **A. Ch. Hollande** et Mlle **M. Gély** : *La formation des nodules leucocytaires tuberculeux chez l'Insecte.* Les nodules leucocytaires tuberculeux des Insectes ne sont pas comparables aux follicules tuberculeux des Mammifères : absence de cellule géante, de tissu conjonctif, de caséification, de symbiose avec le phagocyte. Non spécifique des Bacilles tuberculeux, ces nodules se forment au contact de n'importe quel microbe ou grains de carmin et d'encre de Chine injectés dans le sang de l'Insecte. La digestion rapide du Bacille de Koch chez l'Insecte est due non au soi-disant revêtement adipo-cireux du Bacille, mais à sa non-toxicité pour l'Insecte et à l'épaississement pseudo-chitineux de sa membrane. — M. **Fernando Gomez** : *Effets généraux et locaux des inoculations sous-cutanées de Bacille bilié de Calmette et Guérin chez les Tuberculeux.* Les injections de B.C.G. aux doses de 0,005 mgr à 0,5 mgr. sont parfaitement tolérées par les tuberculeux, quelle que soit la forme clinique de l'infection. Elles ne provoquent aucune réaction focale et seules les fortes doses (0,5 mgr.) s'accompagnent d'une légère réaction thermique. Il n'y a pas production de phénomène de Koch vrai. Cependant, on constate d'une manière presque constante, une réaction tuberculinique. Ultérieurement, un nodule se développe qui, selon les doses, régresse et s'efface peu à peu ou s'abcède. Quels que soient leur volume et leur durée, ces abcès ne provoquent jamais de réaction ganglionnaire. Les Bacilles B.C.G. que l'on peut y mettre en évidence près d'une année après l'injection se montrent totalement inoffensifs pour le Cobaye. — MM. **Van der Elst** et **Missal** : *Traitement de la trypanosomiase bovine expérimentale à type* dimorphon-congolense *par le mélange de sulfarsénol et 309.* Le mélange sulfarsénol-309 n'est pas curatif pour les affections à *Tr. dimorphon-congolense* chez les Bovidés. — MM. **J. Valtis** et **A. Saenz** : *Infection fœtale transplacentaire par l'ultravirus tuberculeux chez la Brebis.* Chez les Ovins, comme chez les Cobayes, l'ultravirus tuberculeux peut traverser le placenta et infecter l'agneau issu de la mère inoculée. — M. **G. Ramon** : *Contribution à l'étude de l'origine et de la nature des anticorps en général.* On pourrait supposer que certains anticorps représentent la simple manifestation *in vivo* d'un état de déséquilibre humoral analogue à celui qui existe dans le sérum du syphilitique à la suite de l'injection de ce virus ; mais les anticorps sont doués de

cette spécificité qui, bien que plus ou moins marquée, ne saurait être expliquée, du moins dans l'état actuel de nos connaissances, par le seul changement d'équilibre moléculaire ; il semble plus logique d'admettre, sous réserve d'une démonstration ultérieure, que la spécificité est due à la présence dans le « complexe anticorps » d'un noyau issu de l'antigène. — M. **G. Ramon** : *A propos d'une hypothèse sur l'origine et la nature des antitoxines et des anticorps en général.* D'après l'auteur, l'antitoxine et les anticorps en général trouveraient leur origine dans la formation de complexes humoraux constitués de matériaux provenant de l'organisme, et d'éléments tirés de l'antigène spécifique, cela par un processus physico-chimique dans le cas des antitoxines, plus simplement physique pour les autres anticorps. Cette Note contient quelques nouveaux arguments qui plaident en faveur de cette hypothèse. — M. **L. Bugnard** : *Cholestérol et traversée pulmonaire.* Il semble bien que, pendant la traversée pulmonaire, il se produise un mouvement du cholestérol de la partie liquide du sang vers les globules. La diminution observée dans le taux en cholestérol du sérum au cours du passage du sang dans les poumons ne correspond pas à une destruction du cholestérol. Cette destruction, d'ailleurs, conduirait à une consommation de cholestérol par l'organisme sans rapport avec la balance extrêmement faible du bilan cholestérolémique. Elle paraît liée à un simple déplacement du cholestérol dans le sang commandé par les modifications de l'état physique du sang au niveau de l'épithélium pulmonaire. La cholestérolémie apparaît comme une fonction propre du tissu sanguin. — MM. **G. Parturier**, **Fauqué**, et **Manceau** : *Influence des inhalations de gaz carbonique sur les fonctions hépatiques.* 1° L'étude de la glycémie après l'inhalation de gaz carbonique semble permettre de juger l'importance de l'atteinte hépatique. 2° De même que l'inhalation d'oxygène, l'inhalation de gaz carbonique apparaît comme un stimulant de la fonction hépatique. Mais tandis que la surfonction obtenue dans le cas de l'urée est compensée heureusement par l'élimination rénale, la surfonction obtenue dans le cas du sucre, si elle est prolongée, pourrait aboutir à un état chronique d'hyperglycémie susceptible de devenir prédiabète, et l'on pourrait penser que c'est là un des mécanismes producteurs du diabète chez les sédentaires vivant immobiles dans des atmosphères confinées riches en gaz carbonique — MM. **P. Remlinger** et **J. Bailly** : *La rage expérimentale du pigeon* — M. **G.-T. Dornesco** : *L'appareil de Golgi dans les cellules hépatiques de* Lacerta viridis L. L'auteur a trouvé dans les cellules hépatiques du *Lacerta viridis* une zone de Golgi juxta-nucléaire, nettement caractérisée et qui ne correspond pas du tout aux figures d'appareil apical données par Nassonov et Makarov.

Séance du 9 Novembre 1929.

Mme **L. Randoin** et M. **R. Lecoq** : *Étude biologique du lait modifié, dans sa constitution, par élimination des lipides et par addition des divers glucides.* 1° L'élimination de la plus grande partie des lipides du lait de Vache rend cet aliment incapable de subvenir aux besoins de l'organisme du Pigeon, même quand on lui adjoint les substances de lest indispensables. 2° L'addition de lactose au lait de Vache écrémé ou entier intervient toujours comme une cause de grave déséquilibre alimentaire. 3° L'addition, au lait écrémé, de glucides tels que le saccharose, le maltose et le glucose en remplacement des lipides éliminés, rééquilibre en partie cet aliment et la dextrine le rend pratiquement satisfaisant ; il est à signaler que les mêmes additions faites au lait entier, et dans les mêmes proportions, ne paraissent pas porter préjudice à la valeur nutritive du lait. — MM. **A. Kallo** et **Ch. Oberling** : *Sur les troubles circulatoires angioneurotiques du poumon consécutifs à des lésions expérimentales des noyaux gris centraux de l'encéphale.* A la suite de lésions expérimentales des noyaux gris centraux (surtout du corps strié), on observe des troubles congestifs dans différents viscères et notamment dans le poumon. Les lésions sont caractérisées par de la congestion active, de la congestion passive, des hémorragies interstitielles, aboutissant à la formation d'infiltrations diffuses à contour festonné. Dans les cas les plus prononcés, on observe des zones infractoïdes et des stades initiaux de thrombose. Tous ces troubles semblent d'origine vasomotrice. Il semble donc que les noyaux gris centraux interviennent (directement ou indirectement) dans le mécanisme régulateur du tonus vasculaire. — M. **Tchéi Tai Chuin** : *La digestion chez le Scyphistome de* Chrysaora. Si, chez le Scyphistome de *Chrysaora*, la digestion intracellulaire est incontestable, la phagocytose alimentaire est cependant précédée par un processus très important de désintégration et de digestion partielles, ayant lieu d'une façon extracellulaire dans le liquide de la cavité gastrale. Toutefois cette digestion cavitaire n'a lieu elle-même qu'au contact immédiat des cellules endodermiques. Les substances nucléaires seules ne sont digérées que dans l'intérieur même des cellules. — MM. **Robert Debré** et **E. Cofino** : *Sur la sensibilité cutanée à la tuberculine chez les nourrissons ayant ingéré du vaccin B.C.G.* L'étude des auteurs constitue un argument important en faveur de l'absorption du vaccin B.C.G. par voie buccale chez le nouveau-né. Cette absorption est démontrée par l'allergie tuberculinique, déterminée par le Bacille vaccin. — MM. **Robert Debré** et **E. Cofino** : *Variation de la sensibilité à la tuberculine, suivant l'âge, des nourrissons ayant ingéré du vaccin B.C.G.* La sensibilité cutanée à la tuberculine chez les enfants vaccinés par le BCG apparaît précocement et commence à diminuer relativement vite ; en particulier à partir d'un an il est nécessaire d'augmenter les doses de tuberculine introduite pour obtenir une réponse positive, et à partir de 15 mois, chez un nombre appréciable d'enfants vaccinés, il faut, pour obtenir une réaction positive, l'introduction intradermique de 1 mgr. de tuberculine.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Édit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 1-30.